BILL NYE



INCONTESTABIL

EVOLUȚIA ȘI ȘTIINȚA CREAȚIEI

Editat de Corey S. Powell



TREI

INCONTESTABIL

EVOLUȚIA ŞI ŞTIINȚA CREAȚIEI



Dedicată celor care studiază știința,
indiferent de vârstă, să aveți parte de
multe călătorii sigure și de
infinita bucurie a descoperirii.

Cuprins

1. Eu, tu și evoluția....9
2. Marea dezbatere creaționistă....19
3. Creaționismul și a doua lege a termodinamicii....32
4. Proiectarea de jos în sus....39
5. Un salt adânc în trecutul profund....48
6. Despre originea evoluției....57
7. Lamarck și caracteristicile sale nedobândite....66
8. Balul meu de absolvire și selecția sexuală....77
9. Povestea Reginei Roșii....89
10. Câinii sunt tot câini....96
11. Arborele vieții — sau e, mai degrabă, un tufiș?....102
12. Biodiversitatea își face apariția....112
13. Registrele fosile și exploziile....127
14. Tu și extincțiile în masă....136
15. Vechii dinozauri și testul asteroidului....151
16. Echilibru punctat....155
17. Contingența, îngustarea și fondarea....168
18. Țânțari în tub....181
19. Convergență, analogie și omologie....190
20. La ce folosește o jumătate de aripă?....202
21. Corpul uman se mișcă, vorbește și o face destul de bine....215
22. Evoluția este motivul pentru care nu credem în evoluție....226
23. Micro sau macro — totul este evoluție....236
24. Michael Faraday și bucuria descoperirii....243
25. Tu și medicina — evoluția în cabinetul doctorului....249
26. Rezistența la antibiotice — evoluția contraatacă....260
27. Irezistibila chemare a altruismului....270

28. Ce jocuri practică speciile.....282
29. Semnale prețioase.....289
30. Alimentele modificate genetic — OMG?.....295
31. Clonarea umană — nu se cade.....307
32. Culoarea pielii noastre.....318
33. Oare specia umană își continuă evoluția?.....331
34. Astrobiologia are cuvântul: e cineva acolo?.....347
35. Scânteile de la care a pornit totul.....365
36. A doua geneză — a vieții?.....376
37. Imperativul cosmic al vieții.....380
38. Organismele și alimentele modificate genetic, reconsiderate.....383
Mulțumiri.....416
Despre autori.....418
Index.....419

1

Eu, tu și evoluția

Cred că mi se trage de la albine. Aveam vreo șapte ani și le priveam... toată ziua. În duminica aceea, citisem la rubrica „Știați că..." din *Washington Post*, următoarea curiozitate: „Bondarul: Luând în considerare dimensiunea, forma și anvergura aripilor, acesta este un eșec aerodinamic — care nu ar trebui să poată zbura!" Era enervant pentru că, iată, zbura. Amănuntele m-au fascinat. Aripile lor păreau de decor, la fel de folositoare ca o fundă comercială prinsă cu lipici de un cadou. Am privit cu atenție azaleele mamei mele — au atâtea părți delicate! Cumva, albinele reușeau să intre înăuntrul lor, să-și umple coșurile cu polenul florilor și să zboare din nou și din nou.

De unde învățaseră albinele să facă toate astea? De unde veneau? Dar florile de unde veneau? Dacă stăteam bine să mă gândesc, de unde ne trăgeam cu toții? De ce greșea în mod atât de evident autorul rubricii „Știați că..."? Eram captivat de ceva care mă depășea. Dorința de a învăța despre natură și despre cum și unde se găsește locul nostru în cadrul ei stă ascunsă adânc în noi înșine. Pe măsură ce am învățat despre evoluție și descendența prin selecție naturală, răspunsurile au început să vină de la sine.

Suntem cu toții conștienți că evoluția are loc, pentru că avem cu toții părinți. Mulți dintre noi avem sau

vom avea copii. Vedem efectele eredității de aproape și în mod personal. De asemenea, am experimentat în mod direct ceea ce Charles Darwin numește descendența cu modificări: felul în care o întreagă populație de vietăți se poate modifica de la o generație la alta. Gândește-te la alimentele cultivate la o fermă. Timp de aproximativ douăsprezece mii de ani, exploatând fenomenul evoluției, oamenii au reușit să modifice plantele printr-un proces cunoscut sub numele de selecție artificială. În cazul culturii de grâu și al cailor de curse, numim acest proces reproducere. Darwin și-a dat seama că reproducerea (și domesticirea) plantelor și animalelor presupune exact același proces care se petrece în mod natural și în timpul evoluției, doar că primul este accelerat de intervenția umană. Un asemenea proces natural ne-a produs pe mine și pe tine.

Odată ce devii conștient — și înțelegi cum funcționează evoluția —, foarte multe aspecte cunoscute ale lumii înconjurătoare capătă o semnificație nouă. Modul afectuos în care câinele își freacă nasul de tine, mușcătura enervantă a țânțarului, vaccinul anual împotriva gripei: toate sunt consecințe directe ale evoluției. Sper că, pe măsură ce vei citi această carte, vei dobândi şi o apreciere mai profundă pentru univers și pentru locul nostru în cadrul lui. Suntem rezultatul a miliarde de ani de evenimente cosmice, care au făcut din planeta pe care locuim un loc confortabil, propice vieții.

Zi de zi, experimentăm evoluția și prin intermediul culturii. Orice om este fascinat de alți oameni. De asta avem cafenele pe bulevarde, televiziuni și reviste de bârfe. Interacționăm pentru a ne multiplica pe noi înșine

pentru generațiile viitoare. Oamenii sunt fascinați de propriile trupuri. Deschide televizorul pe orice canal vrei tu. Dacă este un canal de muzică pentru tineri, vei vedea reclame la produse dermatologice, pentru a arăta mai sănătos, la deodorante, pentru a-ți modifica mirosul natural și la produse cosmetice și de îngrijirea părului, pentru a te face mai atrăgător în ochii unui posibil partener. Dacă este un canal de știri serios, vei da peste reclame pentru îmbunătățirea respirației, a oaselor și, desigur, a performanței sexuale. Niciunul dintre aceste produse nu ar fi fost fabricat vreodată dacă, la rândul nostru, n-am fi fost produsele vii și grăitoare ale evoluției.

Semănăm atât de mult unul cu celălalt, pentru că suntem cu toții oameni. Dar e ceva mai mult de atât. Fiecare specie întâlnită pe Pământ este pe dinăuntru, după toate aparențele, identică din punct de vedere chimic. Suntem cu toții descendenții aceluiași strămoș comun. Suntem modelați de aceleași forțe și factori care influențează orice altă făptură și, totuși, suntem un rezultat unic. Dintre cele 16 milioane de specii de pe Pământ, doar noi avem capacitatea de a înțelege procesul care ne-a adus până aici. Oricum ai privi-o, evoluția este ceva înălțător.

Cu toate acestea, un mare număr de oameni, din toate părțile lumii — chiar și din zonele bine educate ale lumii dezvoltate —, rezistă sau sunt ostili ideii de evoluție. Chiar și aici, în Statele Unite, în locuri precum Pennsylvania și Kentucky, ideea aceasta a evoluției este copleșitoare, confuză, înspăimântătoare și chiar amenințătoare pentru mulți indivizi. Pot înțelege de ce. Este un proces colosal, desfășurat de-a lungul unor perioade de

timp care fac ca viața umană să pară neînsemnată — de-a lungul a miliarde de ani și în fiecare colțișor al globului. Și este un exercițiu de profundă umilință. Pe măsură ce am învățat mai multe despre evoluție, am realizat că, din punctul de vedere al naturii, tu și cu mine nu însemnăm mare lucru. Oamenii nu sunt decât o altă specie de pe această planetă, care-și joacă șansa, încercând să-și transmită genele în viitor, asemenea crizantemelor, guzganilor de mosc, meduzelor, urzicilor și... bondarilor.

Mulți dintre cei care au o problemă cu evoluția vor să interzică total predarea în școli a conceptului de descendență prin selecție naturală. Alții încearcă să-l marginalizeze sau să-l dilueze, punând sub semnul îndoielii fundamentele științifice ale conceptului. Normele învățământului de stat îngăduie predarea unor alternative fictive pentru evoluție în Texas, Louisiana și Tennessee. Deși persoanele care sprijină acest curriculum duc, în multe privințe, o viață mai bună datorită științei și ingineriei (totul, de la apa curentă, la hrana îndestulătoare, de la televiziune, la internet), acestea evită explorarea domeniului evoluției pentru că ne reamintește, nouă tuturor, că omenirea s-ar putea să nu fie atât de specială în planul general al naturii. Avem aceeași soartă cu celelalte specii.

Le reamintesc constant oamenilor care este miza în cazul de față. S-a ajuns la conceptul de evoluție prin aceeași metodă de investigare științifică ce a dus la inventarea tiparului, a vaccinului împotriva poliomielitei și a telefoanelor inteligente. După cum masa și mișcarea sunt idei fundamentale în fizică, iar deplasarea plăcilor tectonice este o idee fundamentală în geologie, la fel și

evoluția este ideea fundamentală a întregii științe a vieții. Evoluția are aplicații practice esențiale în agricultură, protecția mediului, medicină și sănătate publică. Ce-ar vrea contestatarii să facem? Să ignorăm toate descoperirile științifice care pun în mișcare lumea noastră susținută de tehnologie, cum ar fi capacitatea de a roti culturile agricole, de a pompa apa, de a genera electricitate și de a transmite meciurile de baseball?

Chiar și obiecțiile teologice împotriva evoluției sunt ca frunza-n vânt. În ultimul secol și jumătate, încă de la publicarea cărții lui Darwin, *Despre originea speciilor*, în 1859, mulți oameni au ajuns să creadă că evoluția le contestă credințele religioase. În același timp, numeroși oameni din întreaga lume, stăpâniți de convingeri religioase profunde, nu văd nicio contradicție între credințele lor spirituale și înțelegerea științifică a evoluției. Așadar, defetiștii nu pun la îndoială doar știința și pe necredincioși; ei ignoră și miliardele de credincioși neconflictuali de pretutindeni, a căror opinie este respinsă ca fiind nedemnă.

Recunosc că descoperirea evoluției provoacă smerenie, dar, în același timp, emancipare. Ea transformă relația noastră cu viața înconjurătoare. În loc să fim doar niște străini care urmăresc desfășurarea proceselor naturale, suntem participanți activi la ele. Suntem parte a procesului; suntem rezultatul sublim al miliardelor de ani de cercetare și dezvoltare pe cale naturală.

Sincer, pe mine nu mă îngrijorează atât de mult contestatarii evoluției, cât copiii lor. Nu putem rezolva problemele cu care se confruntă omenirea de astăzi fără ajutorul științei — atât al corpului de cunoștințe științifice,

cât și, mai important, al procesului de cunoaștere. Știința este modul prin care înțelegem natura și locul nostru în cadrul ei.

Ca orice teorie științifică utilă, evoluția ne permite să facem predicții pe baza observațiilor noastre din natură. De la dezvoltarea ei, în secolul al XIX-lea, teoria în sine a evoluat, înțelegând prin aceasta că a fost perfecționată și extinsă. Câteva dintre aspectele și consecințele cele mai minunate ale evoluției au fost descoperite abia recent. Acest lucru se află în puternic contrast cu creaționismul, care oferă o imagine statică a lumii, una care nu poate fi contestată sau testată rațional. Și pentru că nu poate face predicții, nu poate conduce nici la noi descoperiri, la noi medicamente sau la noi metode de a hrăni omenirea.

Teoria evoluționistă ne duce în viitor. Ca temelie a biologiei, evoluția ridică întrebări importante despre tehnologiile medicale sau agricole emergente. Ar trebui să modificăm genetic mai multe alimente? Ar trebui să folosim ingineria genetică și clonarea pentru a îmbunătăți sănătatea umană? Nu există nicio modalitate de înțelegere a acestor probleme în afara unui context evoluționist. În calitatea mea de inginer școlit în Statele Unite, mă uit la atacul împotriva evoluției — care este, de fapt, un atac împotriva științei, în ansamblu — ca la o chestiune mai mult decât intelectuală; eu, unul, o iau personal. Simt cu tărie că tinerii de astăzi trebuie să devină savanții și inginerii de mâine, astfel încât America mea natală să continue să fie liderul mondial în domeniile descoperirii și inovației. Dacă vom suprima știința în această țară, vom da de bucluc.

Teoria evoluționistă ne duce și în trecut, oferindu-ne un studiu de caz convingător despre modul colaborativ și cumulativ în care se produc marile descoperiri științifice. Într-o anumită măsură, conceptul de evoluție se regăsește la filosoful grec Anaximandros. În secolul al VI-lea î. Hr., după analiza unor fosile, el a presupus că viața a început odată cu animalele de tipul peștilor, care trăiau în ocean. Nu a venit însă și cu o teorie despre cum o specie dă naștere altei specii, și nici nu a explicat cum s-a ajuns pe Pământ la o biodiversitate atât de uimitoare. Dar nimeni n-a reușit să facă asta, vreme de încă două milenii. În cele din urmă, mecanismele evolutive au fost descoperite, aproape în același timp, de doi oameni: Charles Darwin și Alfred Wallace.

Despre Darwin probabil ai auzit o grămadă. Însă despre Wallace cred că ai auzit mai puține. A fost un naturalist care a petrecut mult timp studiind și colecționând specimene de floră și faună. A călătorit în bazinul râului Amazon și în Malaezia de astăzi. În urma explorărilor intelectuale și geografice îndepărtate, Wallace și-a formulat propria teorie evoluționistă, independentă de cea a lui Darwin, și a descris un aspect important al procesului de evoluție, denumit încă „efectul Wallace" (mai multe despre acesta în Capitolul 12). Wallace a descoperit că oamenii sunt doar o parte dintr-o lume vie mult mai cuprinzătoare. Ca să citățm din cartea sa din 1869, *Arhipelagul Malaez*, „... copacii și fructele, asemenea variatelor produse ale lumii animale, nu par să fie organizate spre folosirea exclusivă și întru avantajul omului..." Pentru Anglia victoriană, un asemenea punct de vedere era cel puțin controversat.

Darwin a luat startul mai devreme. Wallace nu avea decât opt ani în 1831, când energicul tânăr Darwin, în vârstă de douăzeci și doi de ani, a avut remarcabila șansă de a pleca pe mare, la bordul navei regale *HMS Beagle*. El și-a dat seama că, dacă oamenii au putut transforma lupii în câini, atunci noi specii pot apărea pe cale naturală, prin aceleași mijloace. De asemenea, el a observat că populațiile nu cresc și nu se dezvoltă la nesfârșit, pentru că mediul lor este întotdeauna limitat în resurse disponibile. Darwin a făcut legătura între aceste idei, observând că ființele produc un număr mai mare de urmași decât reușesc să supraviețuiască. Indivizii concurează pentru resurse în propriile ecosisteme, iar indivizii care dobândesc sau sunt născuți cu variații favorabile au o șansă mai bună la supraviețuire decât frații lor. El a înțeles că, în condiții necontrolate, procesul de selecție naturală va conduce la marea diversitate a ființelor pe care, ulterior, va putea s-o observe pe cont propriu.

Recunoscând importanța opiniilor convergente ale celor doi cercetători, colegii lui Wallace și Darwin au organizat o întâlnire la Societatea lineană din Londra[1], în 1858, la care aceștia au prezentat o lucrare comună. Aceasta era bazată pe o scrisoare trimisă de Wallace lui Darwin și pe un rezumat al unei lucrări scrise de Darwin în 1842. Impactul revoluționar al prezentării celor doi nu a fost evident din prima clipă pentru toți participanții. Thomas Bell, președintele Societății lineene, a relatat cu infamie că, în acel an, nu avuseseră loc descoperiri

[1] Prima societate științifică consacrată studiului taxonomiei și istoriei naturale, numită astfel în onoarea botanistului suedez Carl Linnaeus (1707–1778). (*N.t.*)

științifice importante: „Anul care a trecut nu a fost, într-adevăr, marcat de niciuna dintre acele descoperiri uimitoare care revoluționează de îndată departamentul științific în care activează..."

Publicarea cărții *Despre originea speciilor*, în 1859, a creat senzație și a demontat în mod spectaculos eroarea președintelui Bell. De asemenea, Darwin a devenit mult mai faimos decât Wallace, lucru valabil până astăzi. Abilitatea lui de a formula teoria evoluției este încă uluitoare. *Despre originea speciilor* rămâne o carte remarcabilă și una remarcabil de plăcut scrisă, disponibilă peste tot în format cartonat, broșat sau electronic, la un secol și ceva de la apariție. În ea, Darwin ne oferă un exemplu după altul de evoluție și ne explică mijloacele de funcționare ale acesteia, descriind atât faptele, cât și mecanismele într-un singur volum.

Evoluția este una dintre cele mai puternice și mai importante idei dezvoltate vreodată în istoria științei. Ea descrie întreaga viață de pe Pământ. Descrie orice sistem în care lucrurile concurează între ele, indiferent dacă este vorba despre microbii din corpul tău, despre copacii unei păduri tropicale sau chiar despre softurile unui computer. Reprezintă, de asemenea, cea mai rezonabilă poveste despre creație descoperită vreodată de mintea omenească. Când religiile nu cad de acord în legătură cu adevărata creație, nu există altă soluție decât cearta. Când doi savanți se contrazic în privința evoluției, ei se întâlnesc cu colegii, dezvoltă teorii, adună dovezi și ajung la o înțelegere mai deplină a lucrurilor. Fiecare întrebare naște noi răspunsuri, noi descoperiri și noi întrebări, tot mai inteligente. Știința evoluției este la fel de expansivă ca natura însăși.

Evoluția are o influență considerabilă asupra răspunsului la întrebarea universală care mi-a trecut prin minte încă de când eram copil și până astăzi: „De unde venim?" Și ne conduce, de asemenea, spre întrebarea-pereche: „Suntem singuri în univers?" Astăzi, astronomii descoperă planete care orbitează în jurul unor stele îndepărtate, planete care ar putea avea condițiile necesare găzduirii vieții. Roboții noștri explorează planeta Marte, căutând urme de apă și de viață. Este în plan o misiune de studiere a oceanului Europei, satelitul lui Jupiter, pe care se găsește de două ori mai multă apă decât pe Pământ. Atunci când plecăm spre alte zări, în căutarea vieții, întreaga idee despre ce trebuie să căutăm și unde să găsim este ghidată de procesul nostru de înțelegere a evoluției. O astfel de descoperire ar avea implicații profunde. Dovada că există viață într-o altă lume ar schimba-o cu siguranță pe aceasta.

Marile întrebări ale evoluției scot la iveală tot ce avem mai bun în noi: curiozitatea nețărmurită și abilitatea noastră neîngrădită de explorare. La urma urmei, evoluția ne-a făcut cine suntem.

2

Marea dezbatere creaționistă

Cititorilor care sunt stăpâniți de sentimente religioase profunde, le urez bun găsit. Sper din toată inima să rezistați până la finalul capitolului. Este vorba în el despre dezbaterea avută recent în Statul Federal Kentucky și care a reprezentat, în multe privințe, motivația pentru scrierea acestei cărți. Subiectul nostru a fost dacă creaționismul este sau nu o explicație „viabilă" (termenul convenit) pentru... ei bine, orice. Subliniez faptul că nu m-am luat de religia nimănui. Nu am amintit nimic despre *Biblie*. Nu am făcut nicio referire la Isus Nazarineanul. Dar am fost și rămân îngrijorat de fantastica afirmație că Pământul este extraordinar de tânăr, un fapt care reprezintă un atac nu doar împotriva evoluției, ci asupra întregii înțelegeri generale a științei.

Nu e ceva nemaiîntâlnit ca niște mii de oameni să cheltuiască câteva milioane de dolari pentru a-și promova punctul de vedere. De fapt, tocmai asta fac multe organizații non-profit mari, printre care Uniunea savanților cărora le pasă, Centrul Național pentru Știința Educației și propria-mi Societate Planetară[2]. De asemenea, acest lucru face parte din modul în care sunt dezvoltate și puse în practică politicile guvernamentale. În cazul

[2] În original, Union of Concerned Scientists, the National Center for Science Education și Planetary Society. (*N.t.*)

creaționismului însă, anumite grupări non-profit sunt hotărâte să-i îndoctrineze pe cei care studiază știința cu ideea lor principală: anume că afirmația *Bibliei*, conform căreia Pământul are între șase și zece mii de ani vechime (cifra exactă variază în funcție de propriile interpretări), este susținută de dovezi științifice. O asemenea idee este ridicolă și ar putea fi desființată cu ușurință dacă nu ar exista influența acestor grupări. În general, organizațiile creaționiste nu acceptă evoluția ca fundament al vieții. Nu doar că nu înțeleg cum a condus evoluția la existența dinozaurilor, de exemplu, ci merg mai departe de atât și neagă faptul că evoluția s-ar fi petrecut oriunde altundeva, și cu atât mai puțin astăzi. Își doresc ca toată lumea să le împărtășească negarea, inclusiv tu și cu mine.

Caracteristică acestei respingeri a evoluției este ideea că propria-ți curiozitate despre lume și un minim de judecată sunt greșite. Acest atac împotriva rațiunii este un atac împotriva noastră, a tuturor. Copiii care acceptă această viziune caraghioasă se vor opune pe viitor progresului. Vor deveni mai degrabă poverile societății decât făuritorii ei, o perspectivă pe care o consider foarte îngrijorătoare. Nu doar că acești copii nu vor simți niciodată bucuria descoperirii pe care știința o oferă. Ci vor trebui să-și suprime curiozitatea umană de bază, cea care naște întrebări, te face să explorezi lumea înconjurătoare și să descoperi. Vor rata numeroase aventuri captivante. Îi lipsim astfel de cunoștințe fundamentale despre lumea lor și despre bucuria dată de această lume. Sincer, mi se rupe sufletul.

Mi s-a ivit ocazia de a scrie această carte după ce mi-am exprimat îngrijorarea în privința viitorului economic al

S.U.A. pe un site de pe internet, numit BigThink.com. Am arătat că, fără implicarea tinerilor în domeniul științei, mai ales al ingineriei, țara va rămâne în urma altora care își educă urmaşii în spiritul adevăratei științe, și nu al pseudoștiinței creaționiste. Ulterior, am fost provocat la o dezbatere de către Ken Ham, un lider evanghelist de origine australiană, care a supervizat construcția unei clădiri uimitoare în Kentucky, pe care el o numește Muzeul Creației. Organizația lui se cheamă Răspunsuri din Geneză. El pretinde că propria-i interpretare a *Bibliei* este mai valabilă decât faptele fundamentale ale geologiei, astronomiei, biologiei, fizicii, chimiei, matematicii și, mai ales, ale evoluției.

După câteva luni de cugetare, am acceptat să merg la Muzeul Creației și să mă confrunt cu acest tip față în față sau, mai bine zis, pupitru lângă pupitru. Am ales să particip la dezbatere pentru a sensibiliza opinia publică cu privire la mișcarea creaționistă și efectele sale dăunătoare asupra societății, ea îngreunând hotărârea noastră de a aborda provocările științifice mari, cum ar fi producerea de energie pentru o populație în creștere. Poate nu este surprinzător faptul că, pe lângă alte afirmații neobișnuite, oponentul meu nu consideră că el sau susținătorii lui ar trebui să-și facă griji în privința schimbărilor climatice.

Ni s-a oferit amândurora timpul necesar pentru a ne susține argumentele în fața publicului. Dl. Ham este atașat de o fascinantă pereche de cuvinte obscure: „știință observațională" și „știință istorică". El spune că există o diferență între lucrurile care se întâmplă cât ești în viață și activ și lucrurile care s-au petrecut înainte de nașterea ta. Așadar, pentru el, orice element din registrul fosil este

supus îndoielii, pentru că stelele sunt mai vechi decât orice persoană care le-ar fi putut observa. Poate că o zeitate pusă pe șotii le-a plasat pe toate unde se află într-o clipită. A folosi cuvântul *știință* în aceste moduri orwelliene este tulburător. Ca profesor de științe, consider, de asemenea, că această practică este profund iresponsabilă.

Când mi-a venit rândul, am dărâmat afirmația domnului Ham că a existat cândva un potop colosal și că toate animalele de astăzi sunt urmașele câte unei perechi salvate de Noe și familia sa pe corabia lor, pe mitica arcă biblică. Apropo, nici *Biblia*, nici domnul Ham nu oferă niciun amănunt despre soarta plantelor de suprafață care existau în timpul acestui presupus episod.

Am început prin a discuta despre stratigrafie, despre nivelurile (straturile) de roci care alcătuiesc crusta Pământului. Nu am putut să nu menționez că edificiul Muzeului Creației este așezat în vârful a milioane de ani de straturi de calcar. Faimosul obiectiv Peștera Mammoth[3] se află chiar acolo, în Kentucky, nu departe de muzeu. În drum spre eveniment, nu mi-a venit deloc greu să găsesc o bucată de calcar care conținea urma fosilă clară a unei mici creaturi marine străvechi. Am găsit-o chiar lângă marginea șoselei interstatale nr. 69. Am arătat publicului fotografii ale Marelui Canion, inclusiv ale uimitoarei formațiuni calcaroase Muav, ale structurii Temple Butte și ale formațiunii calcaroase Redwall. Acestea au o vechime de 505, 385, respectiv 340 de milioane de ani. Uimitor la ele este cât de diferite

[3] Cea mai mare rețea de peșteri din lume, de o semnificație deosebită, fiindcă în straturile ei se poate urmări desfășurarea proceselor evoluției de-a lungul a milioane de ani. (*N.t.*)

sunt una de cealaltă. În mod evident, au existat trei perioade distincte de timp în care aceste zăcăminte de culori foarte diferite s-au format.

Am susținut argumentul, important din punct de vedere paleontologic, că, în fiecare dintre aceste straturi, fosilele sunt caracteristice acelei perioade. Impresiunile unor creaturi precum trilobiții, care au trăit în trecutul cel mai îndepărtat, se găsesc în straturile cele mai joase. Pe când mamiferele străvechi, care au trăit în vremuri mai recente, se găsesc în straturile de sus. Iar creaturile care au trăit între aceste două perioade se găsesc în straturile din mijloc. Nu există în niciun loc, nici măcar un singur exemplu de fosilă din primul strat care să înoate în sus, către sedimentele mai recente. Dacă ar fi existat un potop uriaș și toate ființele s-ar fi înecat în același timp, ar fi de așteptat ca măcar una dintre ele să fie prinsă pe undeva, în încercarea de a-și salva viața. Nu există însă niciun caz, în niciun strat de pe Pământ. Dacă vei găsi unul, vei da toată știința peste cap. Vei fi faimos. Și credeți-mă, sunt oameni care caută.

La începutul prezentării mele, am vorbit despre miezurile de gheață, cilindri lungi de gheață extrași de cercetători din întinderile glaciare (în special din Groenlanda și Antarctica). Există mostre cu 680 000 de straturi de zăpadă înghețată. Pentru fiecare an, un strat de zăpadă. Compactate de precipitațiile anului următor. Am întrebat cum ar putea să existe 680 000 de straturi, dacă nu au existat 680 000 de sezoane de zăpadă (cu alte cuvinte, o perioadă de 680 000 de ani). Am explicat că, potrivit istoriei naturale a lui Ham, ar fi trebuit să avem câte 170 de cicluri iarnă-vară în fiecare an, de fiecare dată când

Pământul s-a rotit în jurul Soarelui. Or, o astfel de conjunctură este pur și simplu imposibilă.

Știai că există pini (Pinus longaeva) în vestul Statelor Unite care sunt mult mai bătrâni de 6 000 de ani? Dacă ții un copac sub apă vreme de un an, îl omori, și exact asta s-ar fi întâmplat conform interpretării literale creaționiste a potopului lui Noe. Există în Suedia un copac, numit Bătrânul Tjikko, care are, se pare, 9 550 de ani. Eu și, probabil, cea mai mare parte a publicului online ne-am gândit: la naiba, în ce lume ciudată trăiești dumneata, domnule Ham? Dacă un copac are 9 000 de ani, Pământul nu poate avea 6 000 etc.

Pentru mine, un îndrăgostit de matematică, iată un exemplu distractiv: domnul Ham pretinde că au fost 7 000 de specii de animale pe arca lui Noe; în prezent, există circa 16 milioane de specii (aceasta este estimarea mea conservatoare, bazată pe studii biologice recente). Ca să ajungi de la 7 000 de specii, din urmă cu 4 000 de ani, la 16 milioane astăzi, ar fi nevoie să descoperi 11 noi specii în fiecare zi. Nu în fiecare an! Și nu 11 animale individuale! Ar trebui descoperite 11 noi specii în fiecare zi! Este o problemă de înmulțire și împărțire. Nu una dificilă, dar foarte ușor de desființat.

La fel de distractiv a fost să abordez afirmația acestei branșe a creaționiștilor, reprezentată de susținătorii teoriei Pământului-tânăr, potrivit căreia cangurii provin dintr-o corabie uriașă, din acea arcă eșuată în siguranță pe muntele Ararat, în Turcia de azi. Este un vârf de o înălțime respectabilă — 5 165 de metri (aproape 17 000 de picioare) — și este acoperit de zăpezi. Se presupune că acei canguri, amândoi, au coborât de pe munte, au

alergat și au țopăit până în Australia — și nu i-a văzut nimeni. În plus, dacă respectiva călătorie s-a întins pe o perioadă justă de timp, te-ai aștepta să se nască câțiva pui de cangur și alți câțiva adulți să moară pe parcurs. Te-ai aștepta să găsești niște fosile de canguri pe undeva prin Laosul sau Tibetul de astăzi. De asemenea, ei ar fi trebuit să facă trecerea dinspre Eurasia spre Australia pe o suprafață de uscat. Dar nu există nicio dovadă a unei astfel de trecători sau a vreunei fosile de cangur, nici acolo, nici în altă parte.

Vorbind despre arca propriu-zisă, am amintit că foarte pricepuții tâmplari navali din New England au construit *Wyoming*, o corabie înaltă din lemn, cu șase catarge. Nava era uriașă, comparativ cu standardele construcțiilor maritime din lemn, lungă de peste 100 de metri (300 de picioare). Creaționiștii au imaginat o arcă de 500 de picioare, în stare să transporte 14 000 de animale și opt oameni. Corabia adevărată, *Wyoming*, avea un echipaj de 14 persoane. Deși a fost construită de cei mai buni meșteri de corăbii ai anului 1909, tot nu au reușit să obțină elasticitatea necesară coastelor și filelor de bordaj din lemn. Corabia *Wyoming* s-a curbat pe mările neprielnice, carena ei fisurându-se în mod necontrolat. A eșuat și s-a scufundat, iar toți membrii echipajului s-au înecat. Dacă cei mai buni constructori moderni nu au reușit să facă o corabie rezistentă, pe ce bază ai putea crede că opt oameni antici, nepricepuți, au izbutit?

Am arătat că Grădina Zoologică din Washington, D.C. deține aproximativ 400 de specii, pe 66 de hectare (163 de acri) de pământ. Îngrijitorii lucrează zi-lumină pentru a menține sănătoase aceste creaturi minunate.

Cum ar fi putut opt nepricepuți să păstreze bine, sănătoase 14 000 de animale? Mie nu mi se pare că ar fi putut.

Am vorbit despre blocurile spectaculoase de piatră care pot fi văzute de-a lungul autostrăzilor în regiunea Pacific Northwest a S.U.A. Au fost aduse acolo de inundații străvechi, după ce barajele de gheață, din Montana de astăzi, au cedat. Dacă a existat un potop universal și stâncile mai masive s-au scufundat, așa cum susțin domnul Ham și adepții săi, atunci ce caută aceste blocuri deasupra solului, și nu dedesubt? Ei bine, ele n-ar fi trebuit să existe, dar totuși iată-le. Deci, creaționiștii se înșală în legătură cu istoria naturală a lumii lor.

Am mai menționat și caracteristica-cheie a oricărei teorii științifice, fie că este vorba despre evoluție sau despre altceva: ar trebui să te poți folosi de teoria ta pentru a face previziuni. Am amintit pe scurt remarcabila poveste a Tiktaalikului, „peștepodul" (o specie tranzițională între pește și tetrapod, adică un animal cu patru picioare), despre care s-a anticipat că ar fi trăit în unele mlaștini din Perioada Devoniană[4]. Cercetătorii, conduși de neobositul Neil Shubin de la Universitatea din Chicago, au găsit exact rămășițele unei astfel de mlaștine, în nord-estul Canadei, au mers acolo și au descoperit Tiktaalikul. Gândește-te, s-a anticipat existența unui animal străvechi. Cercetătorii și-au dat seama unde ar fi putut acesta trăi. Au mers acolo și au demonstrat existența lui. Uimitor.

---

[4] O perioadă a erei paleozoice, din urmă cu 419–359 de milioane de ani. (*N.t.*)

Am mai folosit, de asemenea, și strategia reproductivă a speciei moderne de topminnow mexicani[5] drept un alt exemplu de folosire a teoriei științifice pentru întocmirea de previziuni. Peștii topminnow se reproduc, la nevoie, asexual. Pe parcursul acestor episoade, descendenții lor sunt mai susceptibili la infecția cu viermele parazit purtător de cercariae[6], pentru că au mix mai puțin variat de gene. Această strategie sexuală este prezisă întocmai de teoriile adjuvante ale evoluției, mai ales de cea denumită Teoria Reginei Roșii, care pur și simplu mă fascinează. În țara fictivă a Reginei roșii, personajul lui Lewis Carroll, Alice, trebuie să alerge tot timpul. Se presupune că evoluția funcționează în aceeași manieră: dacă nu mai fugi, dacă nu îți mai amesteci genele, vei cădea alături de pista de alergare a vieții. Regina te va lăsa în urmă. Am dedicat în cele ce urmează un întreg capitol acestei idei.

Pentru că l-am cunoscut personal pe astronomul și laureatul Nobel Robert Wilson, mi-a făcut o mare plăcere să reamintesc publicului de descoperirea lui, împreună cu Arno Penzias, a radiațiilor cosmice de fond, încadrate în domeniul microundelor[7]. În anii '60 ai secolului trecut, cei doi au descoperit că întreg cerul radiază, întocmai previziunilor cosmologilor care au lucrat

---

5 Specie de pești din familia Fundulidae, ordinul Cyprinodontiformes, seria Atherinomorpha, supraordinul Acanthopterygii. (*N.t.*)

6 Sau diplopstomiasis (boala petelor negre). Viermele plat Diplostomum trăiește în ochiul peștelui și poate cauza încețoșarea vederii și orbire. (*N.t.*)

7 Formă de radiație electromagnetică care se găsește peste tot în Univers. Este cea mai concludentă dovadă pentru modelul Big Bang al apariției Universului. Aceasta poate fi detectată cu ajutorul unui radiotelescop ca o prezență constantă, ce nu are ca sursă vreo stea sau alt obiect ceresc. (*N.t.*)

la teoria Big Bangului. Am pus, de asemenea, întrebarea cum de putem observa stelele care se află la o distanță mai mare de 6 000 de ani-lumină, dacă Pământul nu are decât vârsta de 6 000 de ani. În afara cazurilor în care legile naturii ar fi suspendate pentru o vreme, ar fi de așteptat să nu se vadă nicio licărire din acele locuri. Așadar, de ce putem vedea stele și galaxii atât de îndepărtate, în orice direcție ne-am uita? Dacă ar exista o putere supernaturală, de ce (el sau ea) s-ar juca în felul acesta cu noi?

Când i-a venit rândul, Ken Ham a evitat să răspundă la oricare dintre aceste chestiuni și a tot repetat că el are „o carte", iar interpretarea sus-numitei cărți desființează tot ce putem noi observa în natură. Am arătat că interpretarea pe care o dă el cărții sale nu are niciun sens pentru oricine examinează lumea cu mintea deschisă și cuprins de curiozitate. Această viziune îngustă nu este deloc compatibilă cu opiniile multor lideri religioși ai lumii. În cele din urmă, pentru a face legătura cu principala mea preocupare, am reamintit publicului articolul 1, secțiunea 8, al Constituției Statelor Unite. Una dintre atribuțiile congresului este de „a promova progresul Științelor și Artelor Practice..."

Una dintre îndatoririle noastre, ale tuturor — părinți, oameni de știință și oricine altcineva —, este de a contribui la educația următoarei generații, în așa fel încât membrii ei să reușească în viață și să facă lumea un loc mai bun. Urmărind câteva filme ale domnului Ham, în pregătirea evenimentului, nu am putut să nu remarc cum se vaită de tineri, mai ales de cei care îi părăsesc congregația. După ce i-am ascultat monologurile vreme

de peste o oră, am tras concluzia că acestora le vine greu să-și însușească spusele sale.

Creaționiștii fac presiuni și caută modalități de a-și izola cât mai mult copiii și de a-i îndoctrina într-atât, încât orice argumente li s-ar oferi de către cei din jur, aceștia vor crește cu ideea bine întipărită că Pământul are o vechime de 6 000 de ani. În același timp, mulți dintre ei nu au nicio reținere să folosească tehnologia modernă, medicina și sistemele alimentare, care le permit să-și desfășoare extraordinara afacere. După cum spun adeseori, dacă nu ar fi vorba despre copii, nu ar conta.

Esența dezbaterii a fost surprinsă de o întrebare din public. Cineva a întrebat: „De ce-ai avea nevoie ca să-ți schimbi viziunea asupra lumii?" Am dat un răspuns simplu: de o dovadă, cât de mică. Dacă am descoperi fosila unui animal care ar încerca să înoate între straturile de rocă ale Marelui Canion, dacă am descoperi un proces prin care o nouă fracțiune imensă din neutronii unui material radioactiv s-ar putea transforma în protoni într-o fantastic de scurtă perioadă de timp anterioară, dacă am găsi o cale de a crea 11 noi specii pe zi, dacă ar exista o metodă ca lumina stelelor să ajungă până aici fără a străbate spațiul cu viteza luminii, asta m-ar determina și pe mine, și pe alți savanți să ne schimbăm viziunea asupra lumii. În orice caz, o asemenea dovadă nu a fost descoperită — niciuna, niciodată.

Domnul Ham a replicat că nimic nu-l va face să-și schimbe părerea. El are o carte despre care crede că oferă răspunsurile la toate întrebările de știință naturală care ar putea fi puse vreodată. Nu există dovadă care să-l facă să se răzgândească — niciuna, niciodată. Imaginează-ți

că el sau unii dintre susținătorii săi fac parte dintr-un juriu. Nicio dovadă nu-i poate clinti pe acești juraţi. Ei ar refuza să-și folosească intelectul pentru a evalua calitatea probelor. Nu ar folosi nici cea mai rudimentară abilitate de gândire critică. Ar aștepta foarte politicos, presupun, dar dovezile nu ar conta câtuși de puțin. Aceasta este, într-adevăr, o perspectivă foarte tulburătoare. Domnia legii ar putea fi ignorată. S-ar ajunge, s-a ajuns de fapt, la autoexcluderea din societate. Nu își doresc să facă parte din ea. Sper că vom analiza cu toții posibilele consecințe ale acestui tip de gândire — sau de negândire. Dacă ar exista un test de competențe pentru electorat, cât de sus s-ar plasa ei?

Într-un fel, ca o ființă umană altruistă ce sunt (o consecință a moștenirii mele evolutive), mi-e milă de creaționiști. Au fost privați de minunatul proces al științei și de capacitatea acesteia de a ne dezvălui atâtea despre natură. Mi se rupe sufletul pentru copiii lor. Dar, mai presus de toate, mi-e milă de noi toți. Cum am îngăduit ca opoziția ideologică la descoperire să devină o parte atât de proeminentă a societății noastre? Cum de i-am exclus pe atât de mulți de la cunoașterea dobândită cu atâtea mari sacrificii de înaintașii noștri? Poate că în deceniile următoare vom putea răsturna această tendință și îi vom include pe toți — atât pe cei care lucrează în domeniile și meseriile neștiințifice, cât și pe oamenii de știință, ingineri și profesori. Poate că, onorând evoluția, ne vom deschide mințile și vom descătușa și mai mult din vastul nostru potențial uman.

În ciuda opoziției unei părți a publicului (ca să nu mai vorbesc despre o mare parte a publicului american),

presupun că oricine poate rezona la argumentele descrise în prezentarea mea de treizeci de minute. Cu siguranță, Ken Ham poate. Doar că, atunci când vine vorba despre evoluție și, în special, despre înțelegerea faptului că suntem cu toții niște părticele micuțe din univers, se pare că Ham și adepții săi nu pot face față adevărului. Își abandonează minima judecată și se agață de speranța că există ceva care face să fie OK să nu gândești de unul singur. Ironia este că, în acest proces, ei se îndepărtează de capacitatea de a înțelege cine suntem, de unde venim și cum ne putem integra în universul de dimensiuni copleșitoare. Dacă există ceva divin în natura noastră, ceva care ne deosebește pe noi, oamenii, de celelalte creaturi, cu siguranță că abilitatea de a gândi joacă un rol-cheie în această privință.

Ken Ham, adepții lui, eu însumi și oricine altcineva — suntem parte a aceleiași povești. Suntem produsul aceluiași proces evolutiv. Să sperăm că împreună vom reuși să-i facem pe copiii acestor propovăduitori creaționiști să conceapă lumea din jur într-un mod mai luminat, mai lipsit de bariere.

3

CREAȚIONISMUL ȘI A DOUA LEGE A TERMODINAMICII

Nu avem de-a face doar cu Ken Ham și congregația sa, Răspunsuri din Geneză. De-a lungul timpului, am auzit o mulțime de argumente împotriva evoluției din partea unor persoane care se îndoiesc de ea din motive religioase, emoționale sau filosofice. Adesea, aceste dispute se reduc la argumentul simplu și sec bazat pe neîncredere: „Nu poate fi adevărat, pentru că mie îmi vine greu să cred." Uneori, însă, creaționiștii adoptă o cale de atac mai interesantă, inspirată din știință, și insistă că evoluția este fizic imposibilă pentru că niciun sistem nu poate deveni în mod natural mai complex de-a lungul timpului. Mai exact, ei invocă faptul că evoluția ar viola unul dintre principiile bine stabilite ale științei, și anume a doua lege a termodinamicii.

Pe înțelesul tuturor, a doua lege este următoarea: cu prima ocazie, o minge se va rostogoli la vale; niciodată nu se va rostogoli la deal, de una singură. Sau, altfel spus, energia tinde să se disipeze: căldura se disipează și, de aceea, lacurile nu îngheață niciodată subit în timpul unei zile călduroase de vară. Creaționiștii cred, se pare, că specia umană se află, de la Căderea din Rai, de când strămoșii noștri, Adam și Eva, au făcut-o de oaie, într-o

continuă rostogolire la vale. Creaționiștii aud de a doua lege a termodinamicii și zic: „Aha! Iată, lumea întreagă este o mașinărie pe cale să se răcească — moarte tuturor."

Apropo, să fii convins că există și o primă, și o a treia lege a termodinamicii; ba chiar o lege zero. Deși acestea sunt niște legi șmechere (scuze) în felul lor, ele nu se regăsesc în diatribele creaționiștilor.

Desigur, a doua lege a termodinamicii vorbește, într-adevăr, despre tendința generală de disipare a energiei, în lumea înconjurătoare. Asta explică de ce nu se poate construi un perpetuum mobile. Pe undeva, printr-un loc anume, orice mașinărie va pierde energie sub formă de căldură. Va exista întotdeauna un cost când trebuie să faci un lucru să se miște sau să se întâmple. Următorul citat este irezistibil; aparține renumitului astronom din secolul XX, Arthur Stanley Eddington:

„Legea conform căreia entropia[8] este în continuă creștere — a doua lege a termodinamicii — deține, cred, poziția supremă între Legile Naturii. Dacă cineva îți atrage atenția că teoria ta favorită despre univers este în dezacord cu ecuațiile lui Maxwell — atunci cu atât mai rău pentru ecuațiile lui Maxwell. Dacă se dovedesc a fi contrazise prin observație — ei bine, acești experimentaliști fac uneori o treabă de mântuială. Dar dacă teoria ta se dovedește a fi contrară celei de a doua legi a termodinamicii, nu pot să-ți dau nicio speranță; ea nu mai poate fi salvată de la prăbușirea în cea mai profundă umilință."

Nu trebuie să cunoști sau să-ți pese de ecuațiile lui Maxwell, ca să înțelegi despre ce vorbește. (Dar, doar

[8] Stare de dezordine, de repartizare întâmplătoare a elementelor unui sistem. (*N.t.*)

ca să știi, aceste ecuații descriu natura luminii, a electricității și a magnetismului.) Ideea-cheie este că a doua lege a termodinamicii descrie matematic pierderea de energie a oricărui sistem către mediul înconjurător. Ea este fundamentală pentru felul în care funcționează lumea naturală. De vreme ce energia se disipează în mod constant și continuu, totul ar trebui să sfârșească într-un punct mort. Poate înțelegi de ce creaționiștii consideră că a doua lege a termodinamicii demonstrează că nu poate exista evoluție și complexitate adăugată vieții. Cum s-ar putea organiza orice sistem viu dacă forțele sale motrice sunt atenuate în mod continuu, împrăștiate în întunericul vast al universului?

Ca inginer mecanic, cu multe lecții de fizică la activ, sunt fascinat îndeosebi de acest argument creaționist, pentru că este subtil și, în același timp, complet greșit din punct de vedere științific. Iată cel mai important lucru pe care-l știu: a doua lege se aplică doar sistemelor închise, cum ar fi cilindrul unui motor de automobil, or Pământul nu este nici pe departe un sistem închis. Se petrec constant schimburi de materie și energie. Viața de aici nu are nimic dintr-un perpetuum mobile, dar nici nu este asemenea unei mingi care se rostogolește implacabil la vale.

Există trei mari surse de energie pentru viața de pe Pământ: Soarele, căldura rezultată din fisiunea atomilor dinăuntrul Pământului și rotația primordială a planetei. Aceste surse oferă constant energie. Cea mai mare energie provine de la Soare. Acesta este un reactor de fuziune care degajează 10^{26} wați pe secundă (10^{26} jouli). Nucleul Pământului produce și el energie sub formă de căldură.

Rotația planetei noastre modifică permanent aporturile de energie și adaugă accelerație vânturilor și valurilor. Deci, după cum poți observa, lumea în care trăim nu este nici pe departe un sistem închis. Toate ecosistemele lumii noastre depind, în cele din urmă, de o sursă externă de lumină și căldură. Soarele continuă să ne dea energie de peste patru miliarde și jumătate de ani. Organismele, de la amibă până la sequoia, trebuie să folosească cât mai eficient această energie, dacă nu vor să fie înfrânte de alte organisme, care se folosesc de ea mai eficient.

A doua lege a termodinamicii stabilește limitele; este regula după care jucăm toți. A începe studiul evoluției pornind de la energie este o metodă minunată de înțelegere a vieții. Ce fac toate ființele cu această energie? Este folosită pentru susținerea sistemelor chimice care se supun celei de-a doua legi. Însă cea de-a doua lege are un cuvânt de spus în toate aspectele vieții tale. Când pedalezi o bicicletă, există o ușoară frecare în articulațiile lanțului și în cuzinești, care îngreunează pedalele și manivelele. Mișcarea produce o cantitate mică de căldură. Unde se duce căldura? Se duce în univers. Pe bune. Se disipează în lumea înconjurătoare și, în cele din urmă, radiază în spațiu, fără a mai putea fi recuperată. Tendința energiei de împrăștiere într-un sistem natural ar putea fi o explicație de ce camera copiilor devine atât de repede o harababură.

Lumea mecanică modernă este acționată de căldură și se supune la rândul ei celei de a doua legi. Motoarele automobilelor, turbinele avioanelor cu reacție și centralele pe bază de cărbune folosesc căldura produsă de ardere pentru rotirea unui mecanism. Căldura provine

din reacțiile chimice. Același lucru este valabil și pentru noi, animalele. În locul unui foc în stomac, produs prin combinarea combustibilului carbon cu oxigenul, avem enzime care permit combinarea elementelor chimice din alimente cu oxigenul, pentru a produce energie chimică. Dar, fie că este vorba despre un turbo-propulsor sau de un greiere, cu toții trebuie să producem mai multă energie decât putem consuma. O parte din energie o pierdem către univers; suntem constrânși de a doua lege.

Din când în când, unii ridică următoarea problemă logică: cum căldura este disipată continuu, asta nu presupune că întregul cosmos va atinge o stare fantastic de rece, în care nimic nu se mai mișcă, nicăieri? Va exista o moarte termică a universului (cunoscută uneori drept „Marele Îngheț")? Dacă o astfel de stare este destinată să se producă, ea se va petrece într-un viitor inimaginabil de îndepărtat. Universul are 13,8 miliarde de ani și, din perspectiva noastră, pare că se află abia la început.

Să revenim la acei creaționiști care o iau razna insistând că, de vreme ce starea de dezordine este în continuă creștere și căldura se disipează, atunci Pământul și tot ce se găsește pe el ar trebui să devină din ce în ce mai dezordonate. Ei sunt într-o profundă eroare când consideră că cea de-a doua lege exclude complexitatea, din cauza confuziei (deliberate?) între un sistem închis și unul deschis. Se dovedește însă că analizarea fluxului de energie, cu gândul la cea de-a doua lege, reprezintă o metodă minunată de abordare a evoluției. Ne oferă o modalitate utilă de a înțelege felul în care organismele folosesc energia disponibilă. Sper că vei citi fiecare cuvințel din cartea mea și vei descoperi mai multe despre această

idee în capitolul următor, precum și în Capitolele 29 și 35. Citește mai departe.

De asemenea, evoluția nu este aleatorie; este opusul aleatoriului. Una dintre cele mai importante observații ale lui Darwin este că selecția naturală reprezintă un mijloc prin care modificările minore pot adăuga complexitate unui organism. Cu fiecare generație de descendenți, modificările benefice pot fi asimilate. Toate mutațiile care nu funcționează bine în natură, fie mor direct în cadrul unui organism, fie sunt eliminate din cadrul speciei de generațiile următoare de descendenți. Prin intermediul evoluției, modificările benefice sunt însumate, din nou și din nou.

Energia fundamentală necesară pentru evoluția acestor mutații benefice provine în primul rând de la Soare și de la nucleul topit al Pământului. Descompunerea materiei organice consumate de organisme furnizează energia chimică pentru fiecare mutație benefică. Și fiecare nouă generație poate moșteni toate mutațiile benefice dobândite anterior. Producerea de urmași este mecanismul care adaugă complexitate sistemului. Fiecare generație care a dus la existența unui organism oarecare a folosit energia Soarelui pentru a-i asigura hrană și căldură.

În loc să încalce a doua lege a termodinamicii, evoluția reprezintă, de departe, o puternică validare a acestei legi. A adopta ideea că viața se supune celei de a doua legi este totuna cu a spune că evoluția nu este întâmplătoare; organismele sunt conduse și selectate de competiție. Viața consumă energie, la fel și evoluția. Un sistem care utilizează energia este aproape o definiție a vieții. Există o controversă nouă în privința energiei termodinamice

și a vieții; o voi reaminti în Capitolul 35. Întregul ecosistem al Pământului cuprinde organisme care își consumă energia colectiv, concurând și dezvoltând noi forme. Asta face ca viața să fie atât de minunată: canalizează energia către fluturi și Arabidopsis[9] (prima plantă căreia i s-a segmentat genomul), către meduze și oameni.

Din cauza aceasta, perspectiva creaționistă nu doar că este cumplit de greșită, dar este și înduioșător de săracă. Prin deformarea celei de-a doua legi a termodinamicii, creaționiștii iau un puternic instrument de înțelegere a lumii și încearcă să-l transforme într-o barieră împotriva acestui fapt. Dar există și o parte bună a lucrurilor. Inspirându-i pe oameni să învețe caracteristicile fundamentale ale naturii, descrise de cea de-a doua lege a termodinamicii, creaționiștii pot, de fapt, să sporească aprecierea oamenilor pentru mecanismele evoluției.

[9] *Arabidopsis thaliana*, o mică plantă din familia Brassicaceae (crucifere). (*N.t.*)

4

Proiectarea de jos în sus

Când eram în ultimii ani de facultate, pregătindu-mă să obțin diploma de inginer mecanic, am fost recrutat de Compania Aeriană Comercială Boeing pentru a lucra la avionul 747. Fii sigur că am fost supravegheat îndeaproape. Ca majoritatea structurilor umane, Boeing era organizat de sus în jos. Compania a fost fondată de însuși Bill Boeing; el a angajat persoanele pe care le-a dorit, le-a repartizat birouri și planșe de proiectare, organizându-și afacerea pornind din vârf către bază. Până astăzi, Boeing are o structură pe verticală, condusă de un manager executiv, un președinte, un consiliu director și un președinte al consiliului. Este o structură familiară pentru oricine a lucrat cu sau într-o corporație mare. Este, de asemenea, motivul major pentru o mulțime de idei greșite despre procesul de evoluție.

În organizațiile ierarhice, totul urmează un șir de comandă. Și la locul tău de muncă s-ar putea să ai o organigramă (un tabel „org") care respectă acest șir: șeful în vârf, un strat de manageri dedesubtul lui sau al ei, un alt strat mai jos de manageri intermediari, inclusiv șefi de magazin, șefi de echipă și angajați de rând. Același model se aplică în toate celelalte tipuri de structuri ierarhice. Dacă ești elev, aproape sigur vei da la școală de un director sau președinte și de un vicepreședinte sau director

adjunct. Universitățile sunt populate de rectori, decani, șefi de catedră, funcționari, profesori și asistenți.

Și natura respectă o schemă organizațională, însă ea este uimitor diferită de a noastră — și aici se naște confuzia. Oamenilor le place să-și organizeze lucrurile de sus în jos; în mod logic, mulți presupunem că toate lucrurile sunt organizate în acest fel. Însă natura funcționează invers. În schema naturală a lucrurilor, schimbările din trecut sunt singurele care determină dacă o caracteristică a organizației este menținută sau nu în viitor. Nu există planificare. Dacă ar exista un manager de zi cu zi al naturii, el sau ea ar avea un post călduț, pentru că nu ar fi nimic de făcut. Natura se autoorganizează. Acesta este un alt mod de a descrie evoluția: natura construiește ecosisteme, cu toată complexitatea lor glorioasă, de jos în sus.

Privind natura de sus în jos poți avea senzația greșită că există un proiect intenționat. Să-ți arăt ce vreau să spun. Să presupunem că ai început o afacere și organizația ta este destul de eficientă încât să-ți permiți angajarea câtorva oameni. Afacerea ta se dezvoltă și, pe măsură ce se întâmplă acest lucru, devine tot mai complexă și solicită mai multă energie. E nevoie de mai multe computere. De mai multe telefoane. Ai nevoie de mai multe echipamente și de mai multă energie pentru a alimenta totul, de la copiatoare până la sistemul de irigație agricolă. Tot acest echipament și toți acești oameni trebuie organizați. Cu cât treaba devine mai complexă, cu atât e nevoie de mai multă organizare. Energia care asigură această organizare și această dezvoltare provine din afara companiei. Dacă vinzi lucruri sau servicii, creșterea afacerii tale se

datorează mediului: în cazul de față, banilor cheltuiți de clienții tăi.

Și în natură, organismele depind de mediul lor. Ne obținem energia din legăturile chimice stocate în alimentele noastre; plantele își iau, de regulă, energia de la soare; câteva ecosisteme funcționează datorită căldurii geotermale sau vulcanice. Atunci când facem comparația între sistemele noastre și cele ale naturii, din perspectiva energiei, organizațiile noastre și natura au multe în comun. Cu toate acestea, există o mare diferență între cele două. Toate deciziile luate pentru configurarea sau conducerea afacerii tale se bazează pe resursele disponibile, însă deciziile îți aparțin. Tu ai îndrumat compania să facă anumite achiziții, să angajeze anumiți oameni și să completeze anumite documente sau hârțogăraia necesare. Compania sau afacerea ta devine mai complexă pentru că tu ai ales să fie astfel.

În natură, organismele au, de asemenea, capacitatea de a folosi resursele mediului lor pentru a deveni mai complexe, însă nu printr-o alegere conștientă, ci întrecându-și competitorii. Acesta este unul dintre mecanismele fundamentale ale evoluției darwiniste: selecția naturală. Substanțele chimice aflate de-a lungul unei catene de ADN sunt aranjate astfel încât molecula să se poată autocopia. Așa stând lucrurile acolo (în interior), aceste copii nu sunt perfecte. După cum există diferențe între un document original și copia sa, la fel și naturii îi este foarte greu să realizeze o copie perfectă. Acele mici modificări ale ADN-ului care apar în stadiul de dezvoltare a organismului au ca rezultat faptul că organismul este puțin diferit de cel al părinților sau al organismului

originar. Ele introduc variații în cadrul unei populații. Aceste modificări pot ajuta un organism să trăiască și, eventual, să se reproducă sau să împiedice reproducerea sau să nu producă nicio diferență semnificativă. E de înțeles de ce oamenii ar putea crede că aceste modificări sunt rezultatul unui act conștient sau voit, dar adevărul este că nu sunt.

Modificările care contribuie la reproducerea unui organism se mențin la descendenții acelui organism; schimbările benefice se transmit în ADN. Când descendenții, la rândul lor, se reproduc, au deja această caracteristică benefică și asta îi ajută să producă urmași mai târziu. Modificările care reprezintă o piedică pentru organism nu permit unei fracțiuni din populația acelui organism să se reproducă. Deci modificările obstructive nu se transmit mai departe; ele dispar din viitoarele versiuni ale ADN-ului organismului. Modificările care nu produc nicio diferență — nu produc nicio diferență. Și ele sunt transmise mai departe.

În general, când un organism are acces la energie, acea energie ajută organismul să supraviețuiască și să se reproducă. Energia primită (de la alimente sau de la lumina Soarelui) poate determina sau crea o schimbare benefică, fapt care poate duce la o complexitate sporită a descendenților acelei făpturi. În momentul în care Charles Darwin a înțeles legătura, și-a dat seama de puterea acestei idei.

Pentru contrast, poți compara sistemul din natură cu un sistem dintr-o organizație construită de om, precum o corporație. Nu se întâmplă aproape nimic spre beneficiul organizației dacă cineva nu face o oarecare alegere. Foarte

puține schimbări se produc organic, adică afectează automat organizația. Cineva trebuie să ia decizia să angajeze sau să concedieze niște oameni, să investească sau să renunțe la investiție, să cumpere sau să vândă, altfel nu s-ar întâmpla nimic. Cu siguranță, nu s-ar întâmpla nimic în mod automat care să îmbunătățească complexitatea sistemului. S-ar putea spune deci că organizațiile umane depind de un proiectant inteligent.

Pe măsură ce corporația se dezvoltă, anumite departamente adăugă noi sisteme, documentații, formulare de completat, cercuri prin care să sari și așa mai departe, pentru a-și ajuta propriile structuri să rezolve lucrurile. La un moment dat, s-ar putea să vină un manager care să descopere că organizația este prea aglomerată la vârf, că există prea mulți manageri intermediari, cu prea puțini oameni în subordine. S-ar putea ca el sau ea să decidă că există prea multă hârțogăraie, o arhivă sau un depozit prea mare de înregistrări sau tranzacții de prisos și așa mai departe. Atunci managerul va începe să elimine anumite lucruri sau va încerca să simplifice procedurile.

În procesul de evoluție, lucrurile nu funcționează așa. Dacă există un sistem care împiedică organismul să se reproducă eficient, acel organism nu își va transmite genele următoarei generații. Nimeni nu trebuie să ia vreo hotărâre. Deși modificarea unei gene se produce de obicei din întâmplare, următoarea generație a acelei gene este supusă unor forțe care nu sunt deloc aleatorii. Fie ai combinația corectă de gene, fie nu. Fie participi în continuare la joc, fie nu. Noi o numim presiunea selecției; ea determină ce gene sunt transmise mai departe.

Mulți creaționiști și adversari ai științei, în special din Statele Unite, invocă procesele aleatorii din cadrul evoluției și insistă pe faptul că, de vreme ce evoluția este aleatorie, aceasta nu poate explica bogăția complexă a vieții. Acest lucru este, în esență, o altă formă a argumentului termodinamic discutat în capitolul anterior. Creaționiștii folosesc adesea exemplul ipotetic al unei tornade, care răscolește un ipotetic depozit de gunoaie, ce conține toate piesele necesare construirii unui mult prețuit de mine Boeing 747. (Acesta mai este numit uneori argumentul tornadei de la gunoier.) Care sunt șansele, întreabă ei, de a te alege cu un avion funcțional, perfect asamblat? Evident, zero, pentru că procesul ar fi aleatoriu.

Problema acestui argument este că premisa este greșită. Evoluția și procesul său declanșator, adică selecția genelor demne de reproducere, sunt exact opusul aleatoriului. Evoluția este o sită prin care trebuie să treacă organismele, altfel nu le mai întâlnim niciodată. La Boeing — ca, de altfel, la orice companie — există presiuni de selecție care funcționează aproape ca selecția naturală. Există concurență între companiile aeronautice. Clienții și corporațiile aeriene care investesc miliarde de dolari în avioane pretind ca echipamentele lor să fie eficiente. Își doresc ca avioanele lor să consume mai puțin combustibil, să fie mai ușor de întreținut și, per ansamblu, să fie mai ieftine, pentru că aceste obiecte costă mulți bani. Așadar managerii, inginerii, mecanicii, designerii de interior, experții în ergonomie — toți colaborează pentru a face avioanele mai rapide, mai bune și mai ieftine.

Când eram la Facultatea de Inginerie, profesorul de aeronautică ne-a arătat că aripioarele sunt o păcăleală, o pierdere de timp și energie. (Le-ai văzut cu siguranță. Aripioarele sunt acele piese verticale din vârful aripilor avioanelor moderne.) Avioanele și păsările pot zbura pentru că presiunea aerului de sub aripi este mai mare decât presiunea aerului de deasupra lor. Este, în general, rezultatul înclinării ușoare a aripilor în sus și înainte pentru a obține ceea ce se numește un unghi de atac. Funcționează și în cazul Boeingurilor 747, și în cel al bufnițelor de hambar. Presiunea mai mare de sub aripi face ca aerul să tâșnească în jurul vârfului aripilor. Pe măsură ce avionul sau bufnița înaintează prin aer, lasă în urmă un vârtej continuu de aer. Tulburarea atmosferei în această manieră necesită energie. Păsările sau avioanele sunt private în acest fel de o mică parte din energie. Aripioarele anulează aproape complet vibrația vârfului aripilor și îmbunătățesc consumul de energie, dar adăugă, pe de altă parte, greutate avionului. Bătrânul meu profesor ne-a pus să facem această analiză luând în calcul folosirea unor aripi și aripioare din aluminiu. Ce nu am luat în considerare, cel puțin prima dată, a fost inventarea unor materiale compozite mai ușoare, din plastic rezistent.

Astăzi, avioanele folosesc aripioare din plastic compozit. Aceasta este o formă de evoluție prin presiunea selecției. Este un rezultat al forțelor economiei de piață, dar rămâne în continuare un proces decizional luat de om. O companie care nu folosește această tehnologie s-ar putea să sfârșească prin a vinde mai puține avioane sau prin faliment. Aripioarele sunt consecința a numeroase

ore de cercetare și dezvoltare. Sunt rezultatul deciziilor de management, al analizelor tehnice și al îndemânării producătorilor.

Iată un lucru uimitor: bufnițele de hambar au și ele un fel de aripioare. Nu există nicio dovadă că au fost proiectate astfel în mod deliberat. În schimb, aripioarele bufnițelor sunt produsul a generație după generație de bufnițe care s-au reprodus și au produs ocazional pui (mici cucuvele) cu pene care suprimau vârtejul din vârful aripilor un pic mai bine decât în cazul altor semeni de-ai lor. Această trăsătură s-a transmis mai departe, tot mai departe, fără ajutorul vreunei organigrame.

Este ușor să ne imaginăm o corporație care, pe parcursul unei perioade nelimitate de timp, are capacitatea de a-și concedia fiecare angajat care nu se ridică la nivelul celorlalți. În cele din urmă, după venirea și plecarea a milioane de angajați, compania ar deveni cea mai bună din lume în domeniul său de activitate. De fapt, de la înființarea ei, acum aproape un secol, Boeing a avut peste un milion de angajați, iar Boeing nu dispune nici pe departe de timpul de acțiune pe care îl are natura. Cu toate acestea, vedem cum ambele sisteme funcționează, și cel de jos în sus, și cel de sus în jos. S-au încercat și abandonat numeroase proiecte de avioane, întocmai ca în cazul evoluției de jos în sus, și, în cele din urmă, rezultatul seamănă (deloc surprinzător) cu cel apărut de pe urma evoluției. Însă proiectele avioanelor au fost create *de novo* (de la zero) de creierul uman, în cadrul unei organizații ierarhice profund umane.

Suntem constrânși să ne folosim de cărțile de joc pe care creația ni le pune la dispoziție și, totodată, avem

puterea de a inventa propriile metode pentru a crea, de jos în sus, lumea pe care ne-o dorim noi. Ne putem folosi creierele oferite de evoluție pentru a face avioanele să zboare și imaginația pentru a ne înălța spiritul. Suntem rezultatul evoluției și, prin urmare, la fel sunt și creațiile noastre — atât cele foarte bune, cât și cele nu-prea-bune. Este glorios.

5

UN SALT ADÂNC ÎN TRECUTUL PROFUND

Ideea că lăsând, pur și simplu, lumea de capul ei, pentru un timp foarte, foarte, foarte îndelungat, se poate ajunge la toate formele de viață pe care le vedem acum pare incredibilă, cel puțin până înțelegi întinderea enormă a scării temporale a evoluției. De la sfârșitul secolului al XVIII-lea, oamenii de știință au folosit termenul de „timp profund" pentru a descrie amploarea scărilor geologice. Înțelegerea reală a imensității trecutului profund a fost asemănată cu privirea într-un abis. Este prea adânc pentru a-i vedea fundul, prea adânc pentru a-l imagina. Îți copleșește gândirea. Dar, odată ce accepți aceste profunzimi, mecanismele evoluției încep să aibă sens.

Evenimentele care au condus de la prima celulă vie până la tine au necesitat o inimaginabilă perioadă de timp. Când ne referim la evoluție, expresia „o vreme îndelungată" este o afirmație modestă. Se crede în prezent că Pământul are 4,54 miliarde de ani. Bazându-ne pe straturile de fosile sau de bacterii, considerăm că viața a început aici cu cel puțin 3,5 miliarde de ani în urmă.

Aceste date au fost stabilite de către astronomi, biologi, chimiști, geologi și geochimiști printr-o sârguință și o înțelegere deosebite. Îmi amintesc foarte limpede o

întâlnire avută cu dragul meu coleg din ultimii ani de facultate, Bruce Murray, care a avut o mare influență asupra întregului program american de explorare planetară. La acea întâlnire, am remarcat că un oarecare cercetător din Europa era geolog și ar fi trebuit să aibă habar de chestiunea pe care o discutam. Bruce a dat cu palma în masă, solicitând atenție. A strigat la mine: „Omul ăla nu-i geolog! E geochimist!" Vai, scuză-mă, Bruce. Se pare că am crescut într-o parte îndepărtată a lumii, nealfabetizată, unde nu știm să facem diferența.

Ca de obicei, Bruce avea dreptate. Geochimiștii au un rol foarte important în calcularea vârstei rocilor străvechi... și, dacă nu le apreciem munca, nu înțelegem o parte esențială din istoria Pământului. A trecut puțin mai mult de un secol de când fizicianul francez Henri Becquerel a descoperit radioactivitatea și, odată cu ea, cheia de deslușire a trecutului profund. De atunci, fizicienii au dezvoltat modele extraordinar de reușite ale comportamentului atomilor. Atomii sunt alcătuiți din protoni, neutroni și electroni. Protonii și neutronii sunt făcuți, la rândul lor, din quarcuri. Energia poate apărea sau dispărea, purtată de fotoni și neutrini și așa mai departe. Studiind anumite elemente cu atenție, s-a descoperit că, de exemplu, rubidiul-87, care conține 37 de protoni (și 50 de neutroni), se poate modifica sau degrada în stronțiu, care are 38 de protoni. Aceste două elemente pot fi considerate drept un sistem radiochimic.

Când rocile sunt lichide sau aproape lichide, adică maleabile, cum le numesc geologii, ele conțin o anumită cantitate de rubidiu și o alta de stronțiu. Proporția poate fi măsurată de radiochimiști sârguincioși. După ce

roca topită izbucnește dintr-un vulcan, să spunem, ea se solidifică. Analizând rapoartele anumitor elemente, pietrificate alături de rubidiu și de stronțiu, radiochimiștii și geochimiștii pot determina cu cât timp în urmă topitura, așa cum se numește ea, s-a solidificat. În cazul rubidiului și stronțiului, s-a putut calcula cu precizie că jumătatea procesului de transmutare a rubidiului-87 în stronțiu-87 (acum cu 49 de protoni) este de 48,8 miliarde de ani. Ai auzit bine, aproape 50 de miliarde de ani. Aceasta este natura radioactivității. Nu se poate determina cum va acționa un atom oarecare, dar se poate stabili cu o precizie ridicolă când va fi jumătatea procesului de transformare a unui element într-o altă chestie. De aici provine expresia „perioadă de înjumătățire". Mai mult, putem determina când se va produce un sfert din proces sau o optime, sau o șaisprezecime, sau a 32-a, a 64-a, a 128-a, a 256-a parte etc.

Cuvântul *chimie* este cheia geochimiei și radiochimiei. Rocile din crusta Pământului conțin de regulă o anumită cantitate de rubidiu și stronțiu, împreună cu alte elemente, precum calciul sau potasiul. Comportamentul chimic al rubidiului este foarte asemănător comportamentului chimic al potasiului, iar comportamentul chimic al stronțiului este foarte asemănător comportamentului chimic al calciului. (În chimie, observăm că ele sunt poziționate pe aceeași coloană a tabelului periodic al elementelor.) Când rocile sunt lichide, rubidiul tinde să rămână liber și să nu formeze legături, dar, pe măsură ce rocile se răcesc, rubidiul înlocuiește uneori potasiul în cristalele rocilor. În același fel, stronțiul substituie calciul. Deci, prin analiza atentă a cristalelor despre care

știm că conțin potasiu și comparând abundența relativă a rubidiului și stronțiului din același cristal, putem determina vârsta acelor roci prin comparație cu altele. Putem descifra trecutul, stabilind, prin forțe proprii, cronologia vremurilor îndepărtate.

Mai există și alte ceasornice geochimice, în afară de rubidiu-stronțiu, folosite de radiochimiști pentru a stabili vârsta Pământului. Mai există uraniul-plumb, potasiul-argon și samariul-neodim. Fiecare astfel de ceasornic folosește alte elemente chimice și fiecare dintre ele ne oferă dovezi incontestabile despre vârsta Pământului. Poate ai auzit despre datarea cu carbon sau carbon-14. Aceasta este o tehnică înrudită, foarte potrivită pentru măsurarea scărilor temporale mai mici. Ne permite întoarcerea în timp pentru stabilirea momentului în care un lucru viu a încetat să transpire (plantele) sau să respire (animalele). Datarea cu ajutorul carbonului se poate face doar pentru intervale de câteva zeci de mii de ani, pentru că perioada de înjumătățire a acestui tip de carbon este de doar 5 730 de ani. Să facem comparația cu procedura rubidiu-stronțiu; acest ceasornic radiochimic funcționează pentru un interval de aproape un milion de ori mai mare. Datarea cu ajutorul carbonului este importantă pentru studierea istoriei umane, dar nu este eficientă pentru calcularea timpului profund.

Începi brusc să înțelegi evoluția din momentul în care realizezi cât de fantastică este planeta noastră. Ca să-ți fie mai ușor să-ți imaginezi, încearcă următorul lucru. Uită-te la o hartă a Americii de Nord. Pentru cititorii din alte părți ale globului este interesant de observat că ceea ce noi numim S.U.A. continentală se întinde de

la Oceanul Atlantic până la cel Pacific (la fel Canada și Mexicul). Prin intermediul sistemului de autostrăzi interstatale, se poate călători cu mașina de la o coastă la alta a oceanului. Dacă ar trebui să mergi, de exemplu, din San Diego, aflat pe țărmul de sud-vest al S.U.A., până la Boston, pe țărmul de nord-est, ai străbate 4 500 de kilometri sau 2 800 de mile. Este ca și cum ai conduce de la Lisabona, din Portugalia, până la Moscova, în Rusia. Și, pe parcurs, ai trece prin opt țări diferite.

Imaginează-ți o axă a timpului care se întinde de la o coastă la alta a oceanului. Să zicem că pentru fiecare kilometru străbătut (echivalentul a zece terenuri de fotbal, pentru cititorii americani), parcurgi câte un milion de ani. Ei bine, atunci fiecare metru (fiecare iard, cu aproximație) reprezintă o mie de ani. Folosind acest fascinant experiment mintal, vei constata că distanța de la bărbia ta până la vârful degetelor mâinii reprezintă o mie de ani. O mie de ani!

Pentru pasul următor, imaginează-ți că mergi pe jos, prin timp, între San Diego și Boston. Când pornești, Pământul nu este decât o bilă fierbinte, uriașă și portocalie, de rocă topită. După două sute de kilometri, într-a șasea sau a șaptea zi a călătoriei tale, vei da peste un marcaj care-ți reamintește că Luna este în formare. După alte două zile de mers, un alt marcaj îți arată că a căzut destulă ploaie încât să răcească suprafața Pământului și să formeze oceanele; asta s-a întâmplat acum 4,4 miliarde de ani. După o lună de mers pe jos, vei întâlni primele semne de viață, apărute acum 3,5 miliarde de ani. După două mii de kilometri de la start, undeva în apropiere de Broken Arrow, Oklahoma, vei descoperi niște microbi

mici, algele albastre-verzi[10]. Apropo, înainte să ajungi până aici, ar fi trebuit să te sufoci deja, pentru că nu exista suficient oxigen în atmosferă. Oxigenul de pe Pământ este subprodusul fotosintezei primilor microbi. Algele albastre-verzi și noi, oamenii, suntem singurele specii capabile să schimbe clima unei întregi planete.

După două luni de expediție, cam în apropiere de Little Rock Arkansas, se va forma străvechiul supercontinent Rodinia. După încă o lună de drum, s-ar putea să observi formarea unui alt supercontinent străvechi, Pangaea. Nu toate, dar aproape toate vietățile existente trăiesc în ocean. Stai, că nu le-ai putea întâlni fiindcă, în momentul în care ai trece pe acolo, majoritatea interiorului actual al Statelor Unite s-ar afla sub apă, sub o mare continentală străveche. Târându-te mai departe, vei întâlni numeroase și bizare, cel puțin după standardele noastre, creaturi marine.

Când vei fi la doar 230 de kilometri (120 de mile) de țărmul de est, vei da, în sfârșit, de dinozauri. Ei au apărut târziu în lunga istorie a vieții. Vei umbla printre ei cale de 100 de kilometri. Asta înseamnă vreo două sau trei zile de mers alert. Pe parcurs, vor apărea primele plante care produc flori. Sexul este de acum peste tot.

Mai ai doi kilometri de străbătut și s-ar putea să vezi deja Oceanul Atlantic. Abia aici îi vei întâlni pe primii ca noi — primele versiuni umane, care au trăit acum două milioane de ani. Continuă drumul; s-ar putea să întâlnești câțiva strămoși de-ai noștri, adăpostiți în peșteri. La cinci metri de marginea apei, vor fi construite primele

[10] În ciuda numelui, algele albastre-verzi sunt, de fapt, bacterii, organisme procariote, aparținând de încrengătura Cyanophyta. (*N.t.*)

piramide. Acum, la douăzeci de centimetri, adică la o distanță mai mică decât cea cuprinsă între vârful degetului mic și cel mare, se va constitui națiunea americană. Expediția umană pe Lună se află la doar doi centimetri, mai puțin de un inci, de apă. Mută-ți vârful degetelor de la picioare, și vei ajunge în ziua de astăzi.

Acum întoarce-te. Privește vastitatea continentului. Pe parcurs, mare parte din el a părut pustiu și sterp. Întreaga istorie cunoscută, întreaga omenire și strădaniile sale, toate cunoștințele dobândite s-au petrecut pe ultimii metri ai efortului tău. Această întindere a timpului a permis vieții să se nască și evoluției să controleze apariția tuturor organismelor cunoscute.

Te rog să observi că, pentru aproximativ trei sferturi din călătoria ta, organismele abia și-au făcut încălzirea. Au existat bacterii, nenumărate. Însă plantele pe care le mâncăm, împreună cu animalele pe care le creștem pentru hrană sau îngrășăminte, nu au apărut decât abia când aproape ți-ai terminat călătoria. Majoritatea vieții de pe Pământ s-a consumat prin evoluția lentă a câtorva chimicale simple, capabile de autoreproducere, către primele celule adevărate și către primele ființe relativ necomplexe, dar totuși remarcabile. Abia foarte recent pe scara timpului profund al lucrurilor, au apărut primele animale complexe, precum noi doi și bătrâna și încântătoarea mea iubită.

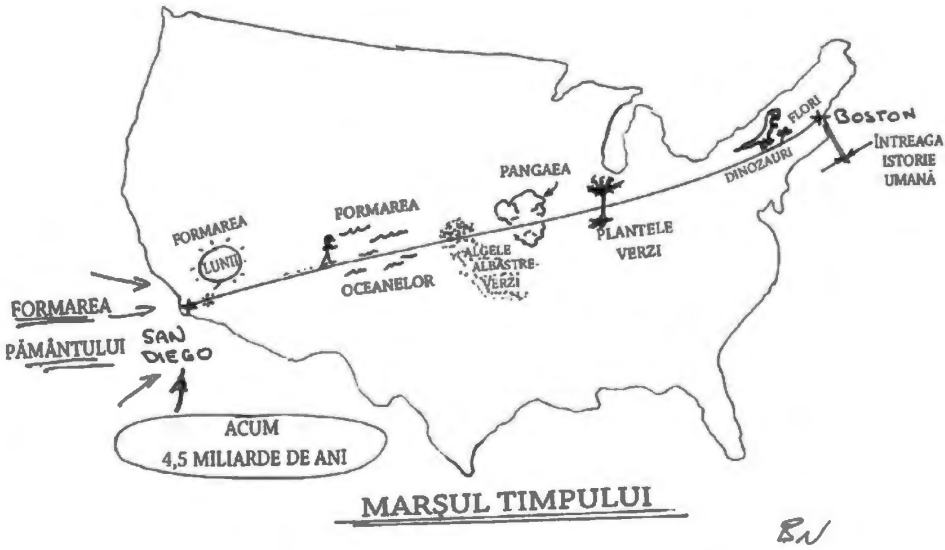
Când Charles Darwin și Alfred Wallace s-au gândit la consecințele descoperirilor lor, au fost profund tulburați de aparenta imensă cantitate de timp necesară vieții pentru a atinge stadiul din zilele noastre sau, mai bine zis, din zilele vieții lor. Darwin a publicat *Despre*

originea speciilor în 1859. Radioactivitatea a fost descoperită abia în 1896 și nu a fost pe deplin înțeleasă decât mulți ani mai târziu. Așadar, în ciuda faptului că Darwin a dezvoltat o elegantă teorie, fundamentată pe zeci de experimente remarcabile, stăruitoare, el s-a văzut constrâns de lipsa unei explicații rezonabile despre cum a avut evoluția suficient timp să acționeze. El nu și-a putut explica cât de fantastic de bătrân este Pământul.

Darwin a fost contestat sau chiar ridiculizat de contemporanii lui pentru afirmația că toate ființele de pe Pământ au un strămoș comun, care a apărut pe parcursul acestei vaste întinderi a timpului. Cum se poate așa ceva? Cât de mult timp să fi trecut? Este încă de neimaginat pentru majoritatea dintre noi, ce să mai vorbim despre contemporanii lui Darwin.

Către sfârșitul secolului al XIX-lea, William Thompson (care era irlandez, dar se folosea de titulatura britanică, specială, de Lord Kelvin) a oferit lumii științifice un calcul aparent întemeiat potrivit căruia Pământul are o vechime de 20 până la, cel mult, 400 de milioane de ani. Pentru evoluție era nevoie, se pare, de o istorie de zece sau de o sută de ori mai mare. A fost un paradox. Adevărata vârstă a Pământului a rămas un mister de-a lungul vieților lui Wallace și Darwin. Abia după descoperirea radioactivității, au reușit savanții să găsească răspunsul. Kelvin credea că, de la nașterea lui, Pământul se află în continuă răcire și s-a folosit de temperatura actuală pentru a-i determina vârsta. Ce nu știa el era că elementele radioactive din nucleul planetei continuă să adauge căldură suplimentară. Calculele lui erau perfecte, însă înțelegerea lui, nu. De fapt, existase destul timp ca

evoluția să se petreacă — la fel de mult pe cât își imaginase Darwin, și încă ceva pe deasupra.



Mă gândesc deseori în ce vremuri extraordinare (cu toată gluma) avem norocul să trăim, acum, la începutul secolului XXI. I-a luat vieții câteva miliarde de ani ca să ajungă până în acest punct. Le-a luat oamenilor mii de ani ca să pună cap la cap toate explicațiile elocvente despre cosmos, despre planeta noastră, despre noi înșine. Gândește-te cât de norocoși suntem să cunoaștem atât de multe. Dar, în același timp, gândește-te câte mai sunt de descoperit. Să sperăm că marile răspunsuri la marile întrebări — de la natura conștiinței, la originea vieții — vor fi găsite într-un interval mult mai scurt de timp.

6

DESPRE ORIGINEA EVOLUȚIEI

Undeva prin anii '60, pe când familia noastră lua o cină de pui, tatăl meu a făcut, în jurul mesei, o descriere a ceea ce mie îmi place să cred că era versiunea lui despre călătoria lui Darwin în Galapagos: momentul când a realizat că toate ființele sunt înrudite. Bunicii mei locuiau într-o casă destul de mare din Washington D.C. Pentru a-și suplimenta veniturile în timpul Marii Crize Economice, bunica a închiriat camere tinerilor, studenților sau persoanelor aflate la început de carieră. Adesea, unul dintre acești indivizi făcea, în timpul mesei de prânz, niște remarci neașteptate despre puternica asemănare dintre genunchii unei găini și genunchii noștri, împreună cu alte paralele anatomice tulburătoare.

Potrivit legendei, bunica era de acord cu aceste observații, iar aprobarea ei provenea dintr-o acceptare a evoluției și selecției naturale. Era o naturalistă remarcabilă și petrecea mult timp studiind florile sălbatice. Bunicul meu însă, care mergea regulat la biserică, era tulburat de toate astea. O posibilă legătură dintre oameni și găini dădea peste nas (sau peste cioc) educației sale bisericești. Chiriașul era foarte de treabă și își plătea chiria la timp, dar discuțiile sale despre găini îi influența într-un mod nu-prea-subtil pe copii — pe tatăl meu, fratele lui și

prietenii lor. Aceste prânzuri au hrănit mintea tatălui meu pentru tot restul vieții lui.

Tata s-a întors din al Doilea Război Mondial și a început să lucreze ca agent de vânzări. Cu toate acestea, el își spunea adesea Ned Nye, Băiatul Savant. Mama a fost, în timpul războiului, locotenent de Marină. A fost recrutată pentru că era pricepută la matematică și științe; în cele din urmă, și-a luat doctoratul în educație. Așadar, am fost crescut cu un mare respect pentru capacitatea umană de a desluși chestii și de a rezolva probleme. Crescând de mic în Washington, am avut, de asemenea, acces la Institutul Smithsonian[11]. Am fost de multe ori abandonat... ăă, vreau să spun dus cu autobuzul școlii și încurajat să vizitez muzeul și să admir obiectivele. Ca orice alt copil, am fost fascinat de dinozauri. M-am gândit ce grozav ar fi fost să întâlnesc un astfel de animal în sălbăticie. Aveam evoluția în sânge, s-ar putea spune. Am fost captivat de povestea științifică a Pământului aproape de la începutul vieții mele. Nu e de mirare că am ajuns să scriu această carte.

Acum, să ne gândim la condițiile existente în prima jumătate a secolului al XIX-lea, în vremea când Charles Darwin și Alfred Wallace și-au formulat ideile. Au trăit într-o perioadă în care puțini oameni se gândeau la semnificația biologică a oaselor fosile. Nimeni nu cunoștea vârsta reală a Pământului, iar majoritatea creaturilor străvechi pe care le cunoaștem astăzi nu fuseseră încă descoperite. Nu existau muzee pline cu schelete de dinozauri; nu existau, probabil, discuții neprotocolare la cină despre

[11] Institut de învățământ și cercetare, dotat cu un complex de muzee destinate educației publice. (*N.t.*)

paralelele fiziologice dintre oameni și găini. Darwin a trăit într-o perioadă în care ideile care m-au captivat atât de mult când eram copil abia prindeau formă în mediile academice.

Vreme de secole, oamenii din Europa și din alte părți ale lumii au luat ca literă de lege (sau, poate mai bine zis, ca literă de Evanghelie) faptul că lumea fusese dintotdeauna cam la fel cum arăta și atunci. Însă, spre sfârșitul secolului al XVIII-lea, câțiva gânditori au început să se îndoiască de aceste credințe îndelung deținute. Naturalistul scoțian James Hutton a studiat Pământul și procesele sale naturale. El este privit, în general, drept primul geolog al omenirii. A reevaluat ideea potrivit căreia Pământul a arătat dintotdeauna la fel. Îmi vine greu uneori să-i înțeleg scrierile, pentru că folosește fraze cu înfloriturі, destinate, fără îndoială, să-și impresioneze colegii, dar încearc-o pe următoarea: „Timpul, care măsoară întregul ideii noastre și este, adesea, insuficient planurilor noastre, este pentru natură fără sfârșit și precum nimic…"

I-aș rescrie ideea în felul acesta: „Timpul este parte din gândirea noastră, în tot ceea ce facem și, de multe ori, nu avem prea mult la dispoziție; în natură însă, nu există limită de timp disponibil…" Această constatare l-a făcut pe Hutton să realizeze că formele de relief observate de el nu sunt produsul unui creator pontat șase zile pe săptămână și care apoi s-a retras pentru puțină relaxare și odihnă. În schimb, procesele geologice observate și documentate de Hutton erau, în mod clar, rezultatul a nenumărați ani de schimbări constante. El a respins ideea standard despre existența unui potop, după care au mai rămas doar câteva mii de ani de istorie pentru crearea

a tot ce vedem astăzi. În schimb, el a dedus că a existat o schimbare lentă și continuă a suprafeței Pământului, veacuri la rând.

Ideea lui Hutton a fost denumită „uniformitarism" și a reprezentat unul dintre conceptele-cheie pe care și-a construit Darwin teoria evoluției. Uniformitarismul susține ideea că lumea este uniformă sau întemeiată pe un set de legi naturale; asta atrage după sine o altă idee, și anume că legile naturale pe care le deducem astăzi sunt aceleași valabile și în urmă cu secole sau milenii. Reprezintă un progres semnificativ față de credințele deținute de contemporanii lui Hutton (și față de cele ale creaționiștilor de astăzi). Aceștia credeau că legile naturii pot fi modificate după bunul plac al unui creator sau al unei creatoare. Astfel, prin necesitate, legile naturale și istoria naturală a Pământului nu puteau fi uniforme. Atât pentru Ned Nye, Băiatul Savant, cât și pentru Bill Nye, Tipul cu Știința, aceasta e o perspectivă complet nerezonabilă. Însă va mai fi nevoie de încă un secol de gândire umană pentru a ne influența rațiunea.

În anii 1830, savantul britanic Charles Lyell a aprofundat lucrarea lui Hutton. Îmi place să spun că Lyell a reglat lumea. El a măsurat cât de repede (sau de încet) se depun sedimentele. A estimat vârsta straturilor de rocă, măsurându-le și însumând o epocă sau o perioadă de timp cu alta. Stabilind scara de timp a Pământului, Lyell a scris cu limpezime și cu o bună înțelegere a naturii intervalele imense de timp implicate. Charles Darwin a luat cu el cartea lui Lyell, *Principii de geologie*, în faimoasa lui călătorie la bordul lui *HMS Beagle*. Cunosc și astăzi câțiva geologi care au o copie a cărții lui Lyell pe

rafturile birourilor lor. Aceasta a trecut proba timpului (profund).

Hutton și Lyell s-au poziționat împotriva unei puternice tradiții academice, care privea lumea în termeni cu totul diferiți, statici. Dacă vizitezi astăzi Muzeul Smithsonian al Istoriei Americane, vei întâlni o statuie a lui George Washington, de Horatio Greenough, dezvelită în 1841. Chiar și când eram copil, mi se părea că statuia arăta un pic ciudat. Vreau să spun că George Washington nu purta o hlamidă antică grecească (o togă din acelea) — nu-i așa? Ei bine, în statuia aia poartă. Vechii greci se bucurau de un asemenea respect încât oamenilor care sărbătoreau centenarul nașterii primului președinte al S.U.A. li s-a părut logic să îmbrace un politician din secolul al XVIII-lea într-o costumație din secolul al IV-lea dinainte de Hristos. Ca parte a aceluiași stil de gândire, ideile lui Aristotel despre relațiile organismelor vii persistau încă în vremea lui Hutton, Lyell, Wallace și Darwin.

În acel secol, al IV-lea î. Hr., Aristotel a postulat că există o *scala naturae*, o scară a naturii. În latină, scara nu este un obiect pentru cățărat. Ci, în cazul de față, scara naturii este modul în care sunt aranjate sau expuse lucrurile, de jos în sus. Niciun element de pe această scară nu urcă sau coboară; fiecare ființă este poziționată pe o treaptă sau un nivel asemenea cărților pe rafturi. Aristotel a analizat echilibrul extraordinar, chiar rafinat, al naturii și a concluzionat că un creator sau o forță naturală a pus fiecare lucru viu în locul său precis desemnat și acolo a rămas, inclusiv noi. Totul se potrivește perfect, ca piesele unui puzzle vertical. Odată cu această ordonare, a venit și ideea că lucrurile se schimbă cu timpul. Copiii cresc și

devin cowboys (sau aruncători de disc), de exemplu. Se înregistrează cicluri de viață, pe parcursul cărora lucrurile se dezvoltă și se schimbă. Dar, în tabloul general, ele rămân în pozițiile atribuite. Acestea sunt părți ale scării perfecte a naturii.

Luând în calcul această perfecțiune, Hutton a scris în repetate rânduri că, deși nu are cum să nu remarce că Pământul este în continuă schimbare, și acest proces face parte tot din planurile creatorului. Iată un exemplu: „Natura, pretutindeni cel mai uimitor și mai remarcabil producător de corpuri vii, fiind atent aranjată în conformitate cu legile fizice, mecanice și chimice, nu ne oferă nici cel mai mic indiciu despre lucrările sale extraordinare și neobosite și demonstrează destul de limpede că opera sa este singura demnă de un Dumnezeu binevoitor și atotputernic..."

Perspectiva lui Hutton și Lyell a început să câștige teren. Spre sfârșitul anilor 1830, oamenii speculau activ despre consecințele filosofice și științifice ale unui Pământ foarte, foarte vechi. Pe scurt, ideea era următoarea: Dacă suprafața Pământului s-a modificat lent de-a lungul nenumăratelor milenii, asta înseamnă că și ființele vii, asemenea nouă, s-au modificat odată cu trecerea timpului? La rândul său, aceasta putea însemna că nu există nimeni — a se citi zeitate — la comanda lucrurilor. În loc să fim niște animale sau plante care se străduiesc să atingă perfecțiunea pentru a-și ocupa locul cuvenit pe scara naturii, nu suntem decât niște străfulgerări de-o clipă în filmul lent și extrem de întins al timpului.

Asemenea chiriașului bunicii mele, multe persoane cu simț de observație au remarcat conexiunile și relațiile

morfologice dintre diferitele plante și animale. Astfel, în secolul al XVIII-lea, botanistul Carl von Linné (Carolus Linnaeus, cum se scrie în formă latinizată) a inventat o schemă proprie de denumire a legăturilor dintre un tip de organism și altul. Orice organism putea fi clasificat într-o ierarhie pe al cărei fiecare nivel se găsea o alegere cu două opțiuni. Pentru a plasa ceva în catalogul lucrurilor vii, naturalistul trebuia să decidă dacă este vorba de o plantă sau animal. Are frunze simetrice, poziționate în oglindă, sau frunze lungi, plate. Este lemnos sau neted? Seamănă cu un joc de tip *Douăzeci de întrebări*[12]. Sistemul Linnean i-a încurajat pe naturaliști să analizeze în profunzime relațiile dintre lucrurile vii. Linnaeus a fost atât de influent, încât Societatea Linnaeană este foarte puternică chiar și astăzi.

Până la nașterea lui Darwin, în 1809, câțiva naturaliști începuseră să exploreze felul în care diferitele soiuri de organisme vii erau înrudite și se puteau modifica în timp. Pământul părea suficient de vechi pentru a permite astfel de modificări, însă nimeni nu știa cum o specie se poate transforma într-o altă specie, indiferent de cât de mult timp avea la dispoziție. A existat cineva care aproape a găsit explicația, dar ideea principală era greșită — vei citi mai multe despre el în capitolul următor. Apoi au apărut Darwin și Wallace și... iată unde am ajuns. După ei, personalități precum exploratorul estonian Karl Ernst von Baer și filosoful Johann Goethe au explorat ideea mai în profunzime; și mai târziu, Niles Eldredge, Stephen

[12] Joc de societate, conceput pe categorii și la care se pun, de regulă, întrebări la care se poate răspunde doar prin da sau nu. (*N.t.*)

Jay Gould și mulți alții au adăugat fiecare câte un element la istoria științei.

Teoria lui Darwin privind evoluția prin selecția naturală a declanșat o atracție și mai mare pentru ideea de competiție în lumea naturală. Voi povesti mai multe despre asta în Capitolul 8. Ideea de concurență a inspirat „Darwinismul social", care se referea la concurența între populațiile de oameni (adesea în termeni rasiști, care nu aveau legătură cu ce scrisese, de fapt, Darwin). Între timp, însuși Darwin a început să analizeze populațiile: nu doar cele umane, ci populațiile oricărei specii observabile în natură. A văzut că există un spectru de variație între specii, care se produce în mod lent, prin schimbări minuscule succesive. A realizat că variațiile se produc natural când organismul se reproduce. Şi-a dat seama că populațiile de specii concurează pentru resurse. Și a mai realizat că trăsăturile moștenite, benefice unui organism, au o șansă mai mare de a se regăsi la urmașii acelui organism, constituind motorul care determină schimbările evolutive.

Cu toate că Darwin și Wallace au venit cu ideea de evoluție aproape în același timp, pot înțelege de ce asociem teoria evoluției exclusiv cu Darwin. (Îmi voi ridica pălăria în fața lui Wallace într-un alt capitol). Cartea lui Darwin este uimitoare. *Despre originea speciilor prin intermediul selecției naturale* — acesta este titlul complet — include zeci de observații sârguincioase și experimente conduse de Darwin personal. De asemenea, este frumos scrisă. Îl lasă pe cititor să tragă singur concluzia dacă teoria evoluției este sau nu pe bune. Doar un singur exemplu: „În privința faptului că fiecare specie a fost

independent creată, cu toate componentele pe care le vedem acum, nu găsesc nicio explicație. Însă, cu privire la faptul că fiecare grup de specii a descins din alte specii sau a suferit modificări prin selecția naturală, cred că ne putem face o oarecare idee..."

În scrierile sale, Darwin precizează clar că nu poate susține dacă există sau nu un creator la conducerea lucrurilor. Această idee era atunci imposibil de dovedit sau de desființat, și a rămas la fel și astăzi. Dar ce a rezultat din investigațiile statornice ale lui Darwin a fost o nouă viziune asupra lumii, care poate fi apreciată și înțeleasă în termeni proprii. Poate există o inteligență la conducerea universului, însă teoria lui Darwin nu conține niciun indiciu despre asta, și nici nu are nevoie. Varietatea și excelentul echilibru al naturii sunt chiar rezultatul acesteia.

Știu că această constatare îi deranjează încă pe foarte mulți. Pentru mine, este uimitoare și înălțătoare. După 2 400 de ani de speculații, omenirea a descoperit în sfârșit acest aspect fundamental al naturii și locul nostru între lucrurile vii. Gândește-te un pic numai la câte alte descoperiri la fel de revoluționare ne așteaptă în viitorul apropiat.

7

LAMARCK ȘI CARACTERISTICILE SALE NEDOBÂNDITE

Până la Darwin, au existat alți numeroși naturaliști — astăzi i-am numi biologi — interesați de funcțiile și formele similare observate de ei la plante și animale. Filosofii și-au bătut capul cu originea vieții încă din vremurile de glorie ale grecilor antici. Aproape toți și-au dat cu părerea despre cum a apărut viața și modul în care organismele au devenit atât de independente. Ei au observat și au înregistrat modelele din natură. Peștii mari au nevoie de peștii mici. Veverițele au nevoie de copaci. Oamenii au nevoie de mâncare, iar natura este cea care pune alimentele la dispoziție. Însă cum s-a ajuns la imensa varietate de organisme; cum am ajuns aici?

În general, se credea că lucrurile vii au un suflet sau o caracteristică metafizică ce se transmite de la părinte la copil și chiar de la copac la ghindă. Potrivit gândirii naturaliștilor din secolul al XIX-lea, invariația a existat de la bun început; schimbarea nu fusese inclusă în structura lucrurilor. Însă ei au bănuit că există totuși un mecanism pentru schimbare. Cum putea natura sau o zeitate să provoace nașterea sau apariția atâtor forme? Oare creatorul dădea suflet fiecărei semințe? Sau, ca să folosim vocabularul veacului al XIX-lea: Cum se putea transforma în

„eterogenitate" ceea ce ei numeau „omogenitate"? Ideea descendenței prin selecție naturală a lui Darwin nu a reprezentat doar un pas uriaș pentru gândirea umană, ci și depășirea multor idei măreațe care își greșiseră ținta.

Câțiva predecesori ai lui Darwin s-au agățat de unele aspecte ale selecției naturale fără să înțeleagă esențialul. Și cel care s-a priceput cel mai bine la amestecarea aspectelor corecte și incorecte a fost Jean-Baptiste de Monet, care se recomanda sub numele său nobil francez, moștenit, de Chevalier de Lamarck, iar astăzi este cunoscut, de regulă, drept simplu „Lamarck".

La jumătatea secolului al XVIII-lea, Lamarck a presupus că, atunci când animalele și plantele își exersează anumite organe, cele care își folosesc regulat și viguros unele organe nu doar că își sporesc funcțiile acestora, dar și transmit urmașilor tendința de a avea un organ îmbunătățit sau întărit. Pasămite, el a observat că fierarii aveau brațe și umeri musculoşi, așa cum era și de așteptat după o viață de lovit nicovala cu ciocanul. S-a așteptat ca și copiii unui fierar să moștenească acele brațe, umerii lați sau măcar capacitatea de a dezvolta umeri lați. De aici, el a tras o concluzie în linii mari despre un sistem general al naturii.

Nu e greu de înțeles de ce a gândit Lamarck astfel. Cunoaștem cu toții indivizi care calcă pe urmele mamelor sau taților lor. Dacă ești fiul unui fierar, vei crește știind mai multe despre prelucrarea metalelor decât un om obișnuit. Când vei deveni adult și vei căuta o meserie, e de așteptat să fii cu un pas (sau un ciocan) înaintea altor fierari aspiranți. Toate acestea trebuie să-i fi întărit lui Lamarck propria concluzie. Astăzi, există un mare număr

de jucători de baseball de primă ligă ai căror fii sunt, la rândul lor, jucători profesioniști. Are probabil legătură cu expunerea la cultura, detaliile și regulile baseballului, împreună cu moștenirea fizicului potrivit pentru joc; e de înțeles cum acești factori cumulați pot determina un fiu să calce pe urmele tatălui său. Ai putea crede că, pe măsură ce faci mai des un lucru — mânuiești o bâtă sau un ciocan —, te pricepi tot mai bine la el. Odată cu asta, ai putea trage concluzia că urmașii unui potcovar, unui dogar, unui aruncător sau prinzător de baseball au tendința de a moșteni aceste aptitudini. Dacă acest lucru ar fi adevărat pentru oameni, de ce nu s-ar întâmpla la fel și în cazul animalelor?

Încercând să lege cauza de efect, Lamarck a speculat că această presupusă abilitate de a schimba sau modifica trăsăturile transmise urmașilor este rezultatul unei *forțe de complexificare*. Dacă, de exemplu, un animal dorește să mănânce anumite frunze, s-ar putea să-și dezvolte dinții potriviți pentru a face asta și apoi să-și transmită noua trăsătură benefică descendenților săi. Acest aspect a ajuns să fie denumit moștenirea trăsăturilor dobândite. Ea ar fi o direcție sau un agent al naturii care ajută generațiile succesive să acumuleze modificările benefice rezultate din efortul unei generații anterioare.

Speculația lui Lamarck a fost un mijloc util de a înțelege modul în care speciile se modifică. El s-a chinuit să priceapă mijloacele prin care un organism poate câștiga complexitate, sau specificitate, sau eficacitate, pe măsură ce se reproduce. Pentru mine, exemplul reprezentativ este girafa (*Giraffa camelopardalis*). Imaginează-ți că ești un gânditor din Europa centrală și întâlnești pentru

prima oară o girafă; datorită felului lor liniștit și concepției amiabile despre viață, girafele sunt pur și simplu fascinante. Fără îndoială, te vei întreba: De unde au gâturile alea așa lungi? De ce nu au gâturi obișnuite, ca pisicile, câinii sau vacile? La urma urmei, nu vedem girafele lungindu-și singure gâtul pe măsură ce cresc. Ele s-au născut efectiv așa. Dacă tai coada unui șoarece, puii lui tot vor avea cozi. Dacă o familie de fierari renunță la meserie, ei rămân cu umerii mari. Ideile lui Lamarck nu au rezistat validării științifice.

Știm astăzi că gâtul unei girafe, împreună cu toate atributele sale fizice, este controlat de gene, iar ființele în natură nu-și pot modifica singure genele. Toate organismele — anemonele-de-mare, licuricii, caracatițele uriașe, pudelii miniaturali și oamenii — trebuie să joace cu cărțile de joc oferite de genetică. Ce a înțeles Darwin, și Lamarck a ratat, a fost că complexitatea se produce lent la nivelul unei întregi populații, și nu rapid, într-o singură persoană sau animal. Acestea fiind spune, cercetătorii au descoperit recent o întorsătură interesantă a acestei povești. În condițiile potrivite și până la un anumit punct, moștenirea poate funcționa așa cum a crezut Lamarck. Deși genele nu se pot modifica de capul lor, felul în care se activează acele gene se poate schimba pe parcursul vieții unui singur individ. Acest fenomen se numește modificare epigenetică — schimbările venind din exterior.

În viitorul nu prea îndepărtat, poate va exista o altă modalitate prin care genele tale se pot modifica. Oamenii de știință lucrează la terapia genetică — metode de modificare a ADN-ului pentru eliminarea sau prevenirea

bolilor, pentru îmbunătățiri, sau pentru încorporarea unor schimbări care sperăm că vor perfecționa genele. Cândva, poate va fi posibil să modificăm așa-numita linie embrionară, fapt care ar rezulta în transmiterea unui nou ADN copiilor noștri. Înfiorător sau fabulos? Nebunește sau etic? Eventualele modificări genetice îmi reamintesc că avem nevoie de un electorat educat din punct de vedere științific. Rămâi, te rog, pe frecvență și votează!

Ținând cont de toate acestea, hai să mai analizăm o dată girafa în mediul ei natural. După ce am călătorit în Africa de câteva ori și am observat girafele în natură, îți pot spune că nu trebuie să fii cel mai important specialist din lume pentru a constata că girafele mănâncă frunzele de pe ramurile aflate la o distanță destul de înaltă de sol. Ele își folosesc gâturile pentru a ajunge la materia vegetală la care altor vietăți le vine greu să ajungă. Dacă ar fi vorba de o pisică, aceasta s-ar cățăra pe acele ramuri și s-ar înfrupta fără probleme. Dar ar fi nevoie de mult efort. Oo, și pisicile, în general, mănâncă alte animale, nu frunze delicioase de acacia. Girafele mai au o trăsătură fascinantă, de care n-am fost conștient până nu mi-a semnalat-o cineva. Au limbi și buze foarte rezistente. Ele pot înhăța ramurile groase ale arborelui de acacia, pe care și le trec prin gură, de la capătul gros spre cel subțire, golindu-le astfel de frunze. Iată care-i chestia: arborii de acacia africani sunt plini de spini. Noi doi nu putem pune nici mâna pe crengile de acacia, ce să mai vorbim de limbile noastre. Aoleu! Dar girafele pot!

Utilizând metoda de gândire a lui Lamarck, ai putea concluziona sau presupune că girafele pe care le vedem astăzi au gâturile lungi doar pentru că și le-au întins.

Ai putea crede că, lungindu-se după mâncare, gâturile girafelor cresc în mod natural — și la fel se întâmplă și în cazul urmașilor lor. Dar nu. Darwin a descoperit răspunsul corect: strămoșii girafelor moderne, care, în mod întâmplător, aveau gâturile un pic mai lungi decât contemporanii lor, au fost capabili să ajungă la crengile mai înalte ale arborilor acacia, spre deosebire de alți membri ai turmei lor de girafe sau, fără glumă, ai bancului lor. (E ca într-un banc, un banc de pești[13], mă refer. Doar că aici e vorba de un banc de girafe.) Girafele cu gâturi mai lungi s-au priceput mai bine — doar un pic mai bine — să obțină hrana necesară. Așadar, s-au priceput un pic mai bine și la a avea pui.

Presiunea evoluționistă de a avea un gât mai lung s-a resimțit probabil mai puternic când resursele de hrană au fost mai puține. Imaginează-ți o secetă în savană, un peisaj african care, pentru un european sau un american, este ceva între pădure și prerie. În timpul secetei, copacii care supraviețuiesc au frunze mai mici și mai puține, care nu mai reține atâta apă ca atunci când este ploaie din belșug. În aceste situații, toate animalele care se hrănesc cu frunze de acacia pot ajunge la ramurile de jos ale copacilor. Însă doar girafele, care, în mod întâmplător, au gâturile mai lungi, pot rezista, ajunge și mânca frunzele de mai sus, pe care alte animale sau alți membri ai speciei lor nu le pot atinge. Așadar, când rezerva de frunze insuficientă dispare cu totul de pe ramurile de jos,

[13] În original, *school of fish*, „școala peștilor", un concept folosit în biologie pentru orice grup de pești care stau împreună pentru un motiv social și, în plus, înoată în aceeași direcție în mod coordonat. (*N.t.*)

membrii mai înalți ai speciei obțin mai multă hrană și au mai multe șanse să aibă urmași sănătoși.

Acum, imaginează-ți că o astfel de secetă se întâmplă an de an, vreme de zece ani, să zicem. Asemenea Americii de Nord, și Africa este supusă modelelor climatice asociate cu evenimentele El Niño din vestul Oceanului Pacific. Pe parcursul câtorva sezoane, se poate întâmpla ca o turmă (o populație) de girafe să găsească puțină hrană. În acest caz, doar cele înalte vor reuși să supraviețuiască. Presiunea va fi una ridicată. În locul unor girafe puțin mai înalte care să o ducă puțin mai bine, acum doar cele înalte vor reuși să supraviețuiască secetei. În cele din urmă, membrii mai scunzi ai grupului vor dispărea după câțiva ani. Genele lor vor fi eliminate rapid.

Această idee ilustrează, într-o manieră simplificată, modul în care schimbările din mediul înconjurător pot face rapid selecția genelor bine înzestrate. Nu e suficient să îți lungești gâtul ca să asiguri prin asta un gât lung și urmașilor tăi. Trebuie să ai genele unui gât-lung (sau ale unui gât-mai-lung), și ele vor trebui să își facă treaba în cazul urmașilor tăi. Bietul Lamarck, pe cât era de deștept, nu a priceput cum funcționează procesul. Dar noi, de pe poziția de observatori moderni, îi putem recunoaște meritele, fie și numai pentru că a abordat problema, pentru că s-a gândit la ea.

În timp ce vorbim despre girafe, mai trebuie punctat încă un aspect remarcabil și vital despre evoluție și despre supraviețuirea celui „destul-de-bun". Este doar o întâmplare lingvistică nefericită că „supraviețuirea celui mai apt" sună atât de bine, fiindcă variația naturală aleatorie nu produce indivizi perfect apți, și nici nu are nevoie de

asta. Evoluția este determinată de ideea „se adaptează cel mai bine" sau „se adaptează destul de bine".

Când analizăm anatomia unei girafe, întâlnim multe caracteristici surprinzătoare și interesante. În primul rând, deși o girafă are, aparent, un gât foarte lung, o girafă are șapte vertebre, la fel ca mine și ca tine. Gâtul ei, sau al lui, este, într-un sens fundamental, la fel ca al nostru. Aceasta este dovada unui strămoș comun. Undeva, cândva, au existat mamifere vertebrate (cele cu coloană vertebrală) care au dat naștere atât girafei, cât și nouă. Șapte vertebre nu înseamnă un număr prea mare pentru gâtul lung al girafei. Un număr atât de mic limitează flexibilitatea animalului. Dar evoluția ne obligă să ne descurcăm cu ce avem la dispoziție.

În aceeași ordine de idei, nervul care ți se extinde de la creier către cavitatea fonatoare, către laringe, pleacă din creier și trece dincolo de laringe. Trece dincolo de laringe asemenea trotuarului de centură al unei metropole. Apoi, nervul ocolește o arteră de lângă inimă și ajunge din nou în gât, unde se conectează la laringe. Fix așa. La fel se întâmplă și cu peștii, unde nervul străbate un traseu destul de scurt, de la creier către branhii. Însă, generație după generație, gâtul anumitor animale s-a lungit. Branhiile s-au modificat pentru a extrage oxigenul din atmosferă, în locul celui dizolvat în apă. Nervul amintit a continuat același traseu. De la creier, în jurul unei artere de la inimă și înapoi în laringe. Iată o altă consecință a evoluției: fiecare generație nu poate fi decât modificarea directă a celei dinainte.

În cazul girafelor, e o nebunie. Nervul pleacă din creier către inima animalului, care i se găsește în piept,

ca și în cazul tău, apoi urcă spre cavitatea fonatoare, spre laringe. Dacă ar fi fost să proiectezi o legătură între creier și laringe, ai fi făcut-o de doar 5 centimetri (2 inci). Dar pentru că animalele, precum noi și girafele, se trag din strămoși cu aceeași ramificație nervoasă, și noi, și girafele ne-am ales cu acest aranjament, care la început pare ciudat. După ce cugeți puțin, înțelegi că este exact cum trebuie să fie, și în cazul peștilor, și în al tău, și în al girafelor.

Același lucru trebuie să fie valabil și când vine vorba de buzele și limba girafelor. Fiecare generație de proto-girafe, strămoșii girafelor moderne, au avut succesiv limba mai aspră. O limbă mai aspră îți permitea ție, ca proto-girafă, să obții mai multă mâncare din frunzele de pe ramurile înalte. În cele din urmă, s-a născut o generație de girafe capabilă să mănânce frunzele de acacia de pe crengile înalte și pline de spini.

Pentru a concluziona, te rog să mi te alături într-un mic exercițiu mintal. Imaginează-ți o bicicletă. Acum, imaginează-ți un cărucior sau un coș cu două roți, din acelea cu care merg orășenii la cumpărături. În continuare, imaginează-ți că aduci unele modificări căruciorului sau coșului pentru a-l transforma într-o bicicletă — dar faci aceste schimbări pas cu pas, respectând principiile evolutive. Va trebui să întinzi căruciorul într-o formă de paralelogram sau ceva asemănător, astfel încât roțile care erau paralele să fie poziționate una înaintea celeilalte. Roțile vor trebui să fie mai mari. Cauciucurile vor trebui golite pe dinăuntru și umplute cu aer. S-ar putea să fii nevoit să transformi osia într-un lanț. Poate că mânerele care trec pe deasupra vor trebui

cumva să devină țeava centrală a cadrului bicicletei. Și fiecare porțiune a căruciorului va trebui probabil îngroșată pentru a deveni un cadru de bicicletă capabil să suporte greutatea unui om atunci când trece peste hopurile unui drum desfundat.

Cerința evolutivă esențială este următoarea: în fiecare etapă, cu fiecare schimbare pe care o faci, ansamblul trebuie să fie în continuare funcțional. Încă trebuie să se învârtă. Trebuie să fie în continuare capabil să fie condus sau purtat până la magazin. În caz contrar, coșul sau căruciorul moare. Dacă există vreun moment în care nu se învârte, sau nu poate fi manevrat, sau nu-și mai păstrează echilibrul, trebuie să-l abandonezi. Să-l lași pur și simplu pe marginea drumului, să se umple de rugină și de praf, iar apoi să încerci din nou cu un alt proiect de-al tău asemănător. În mod inevitabil, vei păstra mare parte din proiectul original, căruia îi vei aduce îmbunătățiri. Acestea sunt regulile naturii, unde nu există un creator hotărât, capabil să ia lucrurile deoparte, să le reproiecteze și apoi să le reasambleze, în caz că nu funcționează. În schimb, fiecare pas trebuie să fie „destul de bun". Fiecare generație trebuie să supraviețuiască, altfel acea specie sau tip de organism este condamnată la dispariție.

Acesta este motivul pentru care gâtul girafelor este atât de similar gâtului câinilor sau al cailor. Dacă privim cu atenție, gâtul nostru este similar cu cel al peștilor. Suntem descendenții aceluiași strămoș îndepărtat din istoria Pământului. O asemenea configurare a gâtului nu reprezintă aproape cu siguranță modul în care un designer sau un inginer ar fi construit lumea. Însă toate detaliile capătă un înțeles perfect atunci când accepți

ideea că evoluția funcționează diferit de opera unui designer sau inginer uman.

Evoluția se petrece cu fiecare generație de organisme care interacționează cu mediul înconjurător și se reproduce. Măcar pe asta Lamarck a nimerit-o. Acele proiecte naturale care supraviețuiesc și reușesc să se reproducă își transmit genele mai departe. Cele care nu se reproduc cu succes dispar; odată cu ele, și genele lor. Acest proces reprezintă supraviețuirea lui o-scoatem-noi-la-capăt, sau a lui am-rămas-pe-linia-de-plutire, sau, pur și simplu, a celui destul-de-bun.

8

BALUL MEU DE ABSOLVIRE ȘI SELECȚIA SEXUALĂ

Fiind tocilar de felul meu, nu m-am grăbit să particip la balul de absolvire a liceului. Dar, cu toate astea, am mers. Aparent, am fost determinat să fac asta de forma picioarelor lui Leith, o colegă (evident) de clasă. Această fascinație față de sex nu este, din câte ne putem da seama, o alegere. Este o moștenire de la înaintașii noștri. Este încă una dintre acele caracteristici evoluționare adânc împărtășite. Este un impuls de care nu ne putem descotorosi.

În același fel, nu pot uita o zi pe plaja din Delaware, când verișoara primară a mamei, Monique, a venit să se bronzeze. Aveam vreo șapte ani pe atunci. Mama mamei mele era franțuzoaică, la fel și verișoara mea de-a doua. Avea un aer european aparte. Și mai era ceva: Monique avea vreo douăzeci de ani și purta bikini. (Nu sunt suficient de priceput încât să vă fi pregătit un desen). Mi-i amintesc pe adulți cum se holbau la mine, pentru că și eu mă holbam la ea. Desigur că, privind în urmă, era, potrivit argoului modern, o piesă de piesă. Însă nu aveam pe atunci talentele lingvistice să exprim asta, și nici nu am trăit aceleași stări prin care voi trece mai târziu ca adolescent. Nu făceam decât să mă holbez ca prostul.

Pentru mine, asta este o dovadă indiscutabilă că creierele noastre sunt programate să susțină sau să transmită selecția sexuală fără ca măcar să-și dea seama.

Selecția sexuală este a doua idee fundamentală din teoria evoluției lui Darwin, după selecția naturală. Selecția sexuală este procesul prin care organismele aceleiași specii aleg genele care urmează să fie transmise generațiilor următoare. Este motorul pentru foarte multe dintre acțiunile de zi și de noapte ale multor specii de pe Pământ.

În general, selecția naturală reprezintă interacțiunea dintre organisme și mediul lor înconjurător. În zilele noastre, la un secol după Darwin, am putea descrie procesul ca fiind interacțiunea dintre organisme și ecosistemul lor. Organismele un pic mai bine înzestrate le întrec pe cele nu-tocmai-bine-înzestrate. Acest lucru se întâmplă atunci când procesele aleatoare produc gene care, întâmplător, corespund condițiilor de mediu și de ecosistem existente în acel moment. A fost marea realizare a lui Darwin și ea încă mai constituie piatra de temelie pentru înțelegerea modernă a procesului care determină schimbarea evolutivă.

Dar, pe lângă interacțiunea dintre individ și ecosistem, mai există și interacțiunea dintre un individ și ceilalți indivizi ai speciei lui. Ei concurează între ei pentru energie și pentru oportunități de reproducere. În cazul plantelor, resursele fundamentale sunt lumina soarelui și nutrienții din sol. Pentru peștișori, ar putea fi vorba despre zooplancton, acele mici vietăți marine. Pentru peștii mari, e vorba despre peștii mai mici. Pentru noi doi, este vorba despre apă și mâncare. Însă, din perspectivă

evoluționistă, nu există niciodată destulă lumină solară, destule îngrășăminte sau hrană nutritivă, sau destule pături confortabile. Organismele trebuie să-și transmită genele pentru a avea urmași — pentru a-și menține genele în bazinul genetic[14]. În acest scop, animalele și plantele îl fac pe dracu-n patru.

Există unele versete în *Biblie*, foarte apreciate, despre crinii câmpului. Autorii *Evangheliei după Matei* au remarcat că aceste flori preafrumoase nici nu torc, nici nu țes pentru a-și obține hainele. Este un fragment prin care Isus îi încurajează pe apostoli să nu se îngrijoreze de lucrurile lumești, în mod special de hainele cu care se vor îmbrăca în misiunea lor de prozelitism.

Oricât de grozav ar fi acest pasaj, *Biblia* a ratat aici un aspect important despre natură și evoluție, mai exact despre selecția sexuală. De fapt, crinii, asemenea oricărui alt organism sexual de pe planetă, muncesc din greu ca să obțină mijloacele de reproducere. Dacă n-ai făcut-o deja, oprește-te și gândește-te la câtă energie investește o plantă pentru crearea unei flori. În general, plantele verzi, precum crinul, trandafirul, nucul american, pinul galben sau algele taurului, au frunze, ace sau ramuri înfrunzite pentru a capta lumina soarelui. În plus, celelalte structuri, cum sunt tulpina, trunchiul sau pețiolul, au rolul de a susține frunzele într-o manieră eficientă din punct de vedere energetic. Ce altceva mai face o plantă în afară să absoarbă lumina? Răspunsul este simplu: produce alte plante, ceea ce nu este ușor.

---

[14] Bazinul genetic reprezintă totalul informației genetice aparținând tuturor indivizilor care alcătuiesc o specie. (*N.t.*)

Plantele fac tot posibilul să se reproducă. Un crin are nevoie de multă energie pentru a produce flori. Pentru un stejar, este un proces foarte solicitant să crească câteva mii de ghinde. În acest caz, copacul mizează pe veverițe, ca acestea să uite unde au ascuns unele ghinde, astfel încât un nou stejar să crească în apropiere. Merii și portocalii trec prin tot felul de încercări pentru a-și crește fructele, în așa fel încât eu sau vreun alt „devorator (șobolan) de citrice" din Los Angeles să se plimbe cu o bucată de fruct și să scuipe semințele pe un sol fertil. Palmierii cresc nuci de cocos de mărimea și rezistența unor ghiulele, astfel încât să poată pluti și răspândi semințele pe o altă insulă. Gândește-te un pic cât de puțină energie i-ar trebui unui crin sau unei tulpine de porumb să crească și să se dezvolte dacă nu ar avea toate aceste semințe de diseminat.

Și mai sunt niște aspecte. Nu doar că aceste organisme produc semințe viabile. Ci ele produc și alte structuri, cum ar fi florile, pistilurile, staminele, gameții și polenul, pentru a obține un amestec de gene înainte ca semințele să plece pe drumul lor. Totul ține de sexualitate.

Un arbust de trandafir are nuiele lemnoase pentru structură. Are spini pentru a descuraja animalele să se cațere pe ramurile sale și să le folosească drept cuib. Producerea acestor nuiele necesită energie. Însă, fii atent puțin la resursele și energia consumate de plantele de trandafir pentru dezvoltarea de flori și măceșe (semințe de trandafir). Ele produc flori atrăgătoare nu pentru a evita bolile sau pentru a trece prin iarna rece, ci pentru a-și amesteca genele cu cele ale altor indivizi selectați

pentru merite sexuale. O fac pentru a atrage polenizatori, cum ar fi albinele și păsările, care se opresc pentru a gusta nectarul și apoi poartă polenul pe aripi când zboară mai departe.

Portocalele sunt atât de dulci și de gustoase, iar lâna de oaie atât de moale și de călduroasă, încât nu e greu de imaginat de ce strămoșii noștri au crezut că întreg aranjamentul a fost făcut special pentru noi. Însă, în mod clar, nu aceasta este realitatea. Ecosistemele se dezvoltă după o întindere enormă de timp. Noi suntem prezenți vreme de doar câteva decenii sau generații. Strămoșii noștri, cel puțin cei care au elaborat acele versete din *Biblie*, nu au înțeles că motivul pentru care totul pare să se potrivească atât de bine împreună este că lucrurile s-au dezvoltat de la simplu la complex pe parcursul eonilor. Iar sexul a făcut ca totul să se întâmple puțin mai repede sau puțin mai eficient decât s-ar fi petrecut de regulă.

Încă de la apariția sa, în urmă cu cel puțin 1,2 miliarde de ani, sexul a devenit foarte popular printre ființe — vreau să spun, a ajuns peste tot. Putem specula care au fost începuturile sexului. La microscop, putem lesne observa cum bacteriile fac schimb de gene prin ceva asemănător unei fibre sau unui tub subțire, microscopic. Se numește „pilus", care în latină înseamnă „păr". Este ușor să-ți imaginezi că bacteriile fac schimb doar de unele porțiuni sau bucățele de gene. Apoi, imaginează-ți că o bacterie trimite către o alta bucățele de gene (bucățele de bucățele), care sunt mai ușoare în greutate și transmit foarte rapid materia, în vreme ce o altă bacterie favorizează trimiterea de molecule mai mari și mai grele, într-un ritm mai lent. Conform observațiilor noastre de

astăzi, bacteriile nu fac decât schimburi în regim unu la unu, existând întotdeauna un donator și un receptor. Să presupunem însă că o bacterie trimite câteva molecule genetice prin intermediul pilusului și apoi, câteva minute mai târziu, bacteria receptoare o returnează și, în plus, trimite o altă informație genetică către donator prin intermediul propriului pilus (unul diferit).

În vremuri primordiale, a existat, se pare, un moment în care o bacterie a transmis mai multe bucățele micuțe în schimbul unor bucăți mai mari și mai grele ale altei bacterii. Aparent, această practică a oferit un avantaj microbilor implicați în cele două roluri. Fiecare trebuie să-și fi făcut treaba puțin mai bine decât alți microbi care au continuat practica de a avea ambele organisme la fiecare capăt al schimbului, trimițând lanțuri de cod genetic mai lungi sau de mărime medie. Specializarea a condus, se pare, la eficiență. Un lucru a dus la altul și acele ființe pământene primitive au inventat sexul. Privind pur și simplu în jur, putem constata că acest schimb de bucăți mai mici de cod genetic pentru altele mai mari funcționează de minune. (De ce funcționează este mai puțin evident deocamdată; dar despre asta, mai încolo). Sexul trebuie să ofere unei ființe un avantaj. Altfel, niciunul dintre noi nu s-ar afla acum aici.

Odată declanșată, selecția sexuală devine ușor de înțeles. Ea permite unei specii să facă selecția în cadrul propriei rânduiri și indivizilor aceleiași specii să concureze într-o lume deschisă, într-un ecosistem deschis, dacă preferi. Un alt mod de a privi lucrurile este că selecția sexuală reprezintă un al doilea filtru suplimentar al selecției naturale: înainte ca puii să ia contact cu lumea

pentru a vedea dacă sunt destul de buni încât să producă, la rândul lor, urmași și să progreseze genetic, părinții trebuie să se selecteze între ei. Dacă nu fac asta, nu vor exista urmași care să cunoască lumea.

Viteza selecției sexuale contribuie, pe lângă remarcabila diversitate întâlnită în natură, și la complexitatea organismelor. Atunci când descendenții poartă o nouă combinație de gene care îi ajută să profite de resursele din mediul înconjurător mai repede decât celelalte organisme ale ecosistemului lor, succesul este garantat. Dacă își obțin mai rapid și mai eficient resursele, precum hrana sau apa, decât ceilalți din jur, este firesc ca inovațiile lor genetice să devină mai complexe, deoarece pot susține mai multe gene complexe.

Dacă ai fi ca mine, cel puțin eu, unul, știu că așa sunt, ai putea să te întrebi de ce există doar două sexe. Dacă, din perspectivă evoluționistă, două sexe sunt mai bune decât unul singur, fiindcă generează diversitate, înfruntă virusurile, adaugă complexitate și întrec competitorii, de ce nu avem atunci trei sau patru sexe? În acest caz, tu — și toate ființele — vei putea inova genetic ca nebunul. În primă fază, această ipoteză pare plauzibilă — cel puțin pentru mine. Dar trebuie să ținem minte că evoluția prin intermediul selecției naturale, per total, și selecției sexuale, în particular, permite unui organism să devină mai complex doar dintr-un anumit punct în care se află organismul respectiv. Interacțiunea simultană dintre mai mulți microbi ai mai multor generații s-ar putea să fi fost un eveniment prea rar sau să fi oferit un avantaj nesemnificativ într-o schemă mai rapidă de tip unu-la-unu, și de aceea există doar două sexe. Următoarea generație a

unui organism poate introduce inovații pornind doar de la nivelul de inovație sau complexitate avut de strămoșii săi. Nu avem de-a face cu supraviețuirea celei mai apte scheme multiparentale imaginabile. Ci cu supraviețuirea celui destul-de-bun.

Însă, deși majoritatea ființelor de pe Pământ se descurcă cu două sexe, în lumea ciupercilor lucrurile stau oarecum diferit. Ele interacționează în pereche, asta e clar. Dar dețin ceea ce se numește în prezent tipuri de reproducere. Pot fi compatibile sexual cu mulți alți indivizi, cu multe alte tipuri de reproducere, care sunt, în sens sexual, destul de diferite. Astfel, un organism precum bureții de mătreață[15] are 28 000 de sexe, adică 28 000 de tipuri de reproducere. Pentru noi, creaturi cu două sexe, este fascinant. Acum, lăsând deoparte practicile neobișnuite de schimb de gene ale ciupercilor, restul ființelor sexuate, asemenea nouă, se descurcă doar cu două sexe — masculin și feminin.

Fără îndoială că au existat momente în viață când ți-ai dorit să faci multiple copii ale unui lucru pe care l-ai creat. Poate este vorba despre niște țăruși de gard, despre niște invitații la ziua de naștere sau despre sisteme de navigație cu giroscop laser pentru avioanele cu reacție mici. După ce te-ai pus pe treabă, vei realiza probabil copia folosindu-te de primul model. Din unul vei face doi. Același lucru este valabil și în natură. Când aceasta produce o copie, ea e doar atât: o copie. Apoi acea copie poate realiza o altă copie și așa mai departe. Vorbim la nivel molecular în cazul de față. Așadar, proiectul rezultat

[15] Denumirea științifică, *Schizophyllus communis*. Specie cunoscută și sub numele de ciuperca cu branhii. (*N.t.*)

după miliarde de ani — nu milioane, ci miliarde — este o moleculă care s-a împărțit singură în două.

În privința microbilor primordiali care au făcut schimb de gene, cei care au inventat sexul nu au fost capabili să facă acest schimb decât pe rând, cu un singur alt microb o dată. Nu observăm la microbi existența unor parteneri multipli de schimb de gene. Și nu observăm astăzi decât existența a două sexe.

Natura a condus la apariția moleculei de acid dezoxiribonucleic, ADN. Deci divizarea binară este favorizată sau inerentă procesului. Odată cu ea, și combinația binară. Asta se întâmplă în sistemele naturale, fără implicarea noastră. Se întâmplă, de asemenea, și în sistemele umane. La Cupa Mondială de Fotbal, meciurile constau din confruntarea a două echipe. Orice turneu sportiv sau de bridge implică grupuri de câte două echipe. Este greu de imaginat un sistem care să funcționeze altfel. Dacă ai pune pe teren trei echipe, s-ar putea să funcționeze pentru o vreme. Dar foarte curând cineva vi se va alătura și competiția va redeveni unu-la-unu sau cu un total de doi în același timp.

Recunosc că există mai mulți participanți sau mai mult de o echipă într-o cursă de cai sau într-un joc de poker. Dar dacă toată această istorie a sexului a început cu niște microbi, care au făcut schimb de gene unu-la-unu, sistemul este greu de desființat. Cu alte cuvinte, odată ce moleculele au început să se reproducă prin diviziune, a fost dificil ca o a treia echipă sau moleculă să se dezvolte și să concureze într-un sistem binar. Poate există un ecosistem pe o planetă din jurul altei stele — la naiba, poate există unul pe Europa, satelitul lui Jupiter — cu un sistem

sexual tripartit. Este un concept pe care Isaac Asimov l-a analizat cu eleganță în romanul său *Zeii înșiși*. Dar o configurație binară pare să fie preferată de natură atunci când o lăsăm să se organizeze singură (sau singur).

Fiindcă a venit vorba despre două echipe, s-au scris cărți, s-au compus opere, s-au creat spectacole-concurs și s-au produs nenumărate povești de presă despre bătălia sexelor. Faptul că bărbații și femeile se înțeleg atât de greu uneori sau, poate, tot timpul, ar fi un mister dacă n-ar exista evoluția.

Suntem cu toții motivați de nevoia de alegere a unui partener. Cei care nu au această pornire, nu-și transmit genele mai departe. Pentru o femelă din specia umană pare să conteze, în selecția unui partener, dacă acesta o poate întreține pe ea și pe urmașii ei. În ultimă instanță, un astfel de comportament sau motivație este în concordanță cu principiile selecției sexuale. Un mascul va alege o parteneră bine înzestrată, după socoteala lui, pentru a-i duce genele mai departe. Femela trebuie să crească valoarea genelor ei, jucând „rolul uneia care se lasă greu", după cum zicea sau încă mai zice o vorbă străveche. Însă, pe bune... toate lucrurile cu moderație.

Privește în jur. Foarte multe lucruri din societatea noastră sunt motivate de procesul selecției sexuale și există multe aspecte subtile și nu-prea-subtile care afectează acest proces. Rimelul. Ceasurile scumpe. Pantofii deosebiți. Mașinile sport, parfumurile, fustele, cravatele, jeanșii, cizmele și așa mai departe. Acum, fă comparația între noi și restul lumii. Prin restul lumii mă refer la câini, pisici, lei, tigri și urși... și calamari, și balene. Toate animalele din lumea înconjurătoare și toate plantele au

sezoane de împerechere. Noi, oamenii, se pare că nu avem așa ceva. În privința copiilor noștri, zilele de naștere par distribuite egal în calendar. De ce se întâmplă asta? De unde supraimpulsul acesta sexual răspândit la întreaga specie?

Una dintre principalele teorii susține că este vorba despre un artefact. Este un rezultat al faptului că suntem destul de buni la evoluție. Bătălia sexelor este, probabil, atât de puternică pentru că toți avem creiere atât de mari (prin comparație cu celelalte animale — și cu fostul meu șef). Creierele noastre ne determină să conștientizăm locul nostru în schema generală a lucrurilor și conduce, într-un fel, la îndoială, la altruism, la fidelitate și la abilitatea de a greși cu atâta ușurință. Pentru a nu renunța vreo clipă la nevoia de împerechere, procesele noastre de selecție sexuală funcționează 24 de ore din 24. Indiferent care este cauza, funcționează. Altfel spus, deși suntem mereu tulburați de iubiri neîmplinite, de fidelitate, infidelitate, griji profesionale, critici familiale și alte zăpăceli, noi, specia umană, ne reproducem într-un ritm uriaș. Pe parcursul a zece mii de ani, numărul populației umane de pe Pământ a explodat, de la câteva milioane la peste șapte miliarde. Aparent, selecția sexuală ne-a lăsat cu nevoia de relaționare pornită la maximum.

Iată cum am ajuns eu, o victimă a evoluției, să particip la balul de absolvire. Partenera mea petrecea de regulă în compania băieților mai copți, a tipilor din clasele cu un an sau doi mai mari decât a noastră. În momentul balului, aceștia erau la facultate și nu mai erau disponibili. Am invitat-o să meargă cu mine și a acceptat. După câte se pare, niciunul dintre noi nu era capabil să se abțină.

Am întâlnit-o de curând la reuniunea clasei și, așa cum se spune în ziua de azi, încă e o bunăciune. Cred că proteinele din creierul meu acționat de sex au rămas marcate definitiv.

9

POVESTEA REGINEI ROȘII

În capitolul precedent, am vorbit despre când și cum a evoluat sexul, însă s-ar putea să fi remarcat că nu ne-am (nu m-am) referit și la întrebarea „de ce". De ce face cineva — mă refer la orice organism — sex? Cantitatea de energie consumată este enormă. Cheltuim miliarde pe rujuri și produse pentru îngrijirea părului. Aproape o treime din toate reclamele, indiferent de mediul de difuzare, sunt la automobile — din acelea cu foarte mult sex-appeal. Ne călcăm pantalonii, ne facem unghiile și ne străduim să mirosim frumos — toate pentru a atrage un partener care să ne ofere sex și urmași. De ce ne dăm peste cap ca să atragem un partener? De ce nu rezolvăm această chestiune vitală în mod natural? De ce nu îngăduim buzelor noastre să fie doar buze și de ce nu conducem mașini gri, încete și lipsite de forme?

Nu e ca și cum sexul ar fi singura metodă de reproducere. Noi, oamenii, am putea, de exemplu, să ne împărțim în jumătate, cu tot cu ADN, mușchi, creier etc., așa cum face orice bacterie respectabilă și lipsită de conștiință. Bucățile împărțite își formează noi membrane și limite pe măsură ce se separă. O replică a ADN-ului părintelui este construită de fiecare parte — adică înăuntrul fiecăruia dintre cei doi indivizi rezultați din original. Dacă îți vine greu să-ți imaginezi că o persoană se poate diviza astfel,

încearcă să te gândești cum ar arăta un copil identic genetic care crește direct pe corpul mamei sau al tatălui său. Nu există niciun motiv pentru care asta nu ar putea funcționa în general, dar totuși iată-ne înconjurați de toate aceste buze vopsite, unghii lustruite, parfumuri dichisite, abonamente la sală, mașini sport și altele asemănătoare.

Și acestea sunt doar exemplele evidente rezultate din experiența umană. Mai importante de-atât, din perspectivă planetară, sunt celelalte miliarde de specii de pe Pământ care folosesc energia Soarelui și a solului pentru a construi petale, pistiluri și stamine — pentru a construi prelungiri bioluminescente — pentru a crește fructe pe membrele lor, ca un nenorocit ca mine să le scuture când are el chef, să le care după el și să le arunce semințele într-un sol fertil în care să crească urmașii acelor fructe. De ce atâta efort?

Somonii înoată și tot înoată. Ei își petrec cea mai mare parte a vieții mâncând alți pești, cu scopul de a-și găsi niște parteneri cu care să înoate în amonte, să-și construiască un culcuș din pietre, să-și împrăștie laptii și să moară. De ce atâta efort? S-ar putea să ți se pară o glumă: o elefănțică însărcinată ocupă mult spațiu, dar efortul de a o lăsa însărcinată pare și mai dificil. De ce atâta efort?

Vreau s-o spun de la bun început, nimeni nu știe absolut sigur de ce organismele asemenea nouă sau armadillo-ului, sau copacilor fac sex. În general vorbind, sexul produce urmași cu un nou mix genetic, un amestec diferit de cel al părinților. Poate oferi noi oportunități de inovație, ceea ce poate conduce la o generație succesivă mai reușită. Noua combinație de gene ar putea elimina erorile genetice.

Avem însă o teorie grozavă despre utilitatea sexului, o teorie care plasează reproducerea sexuală în tabloul mai larg al teoriei evoluției. Este vorba despre supraviețuirea celui mai apt, a celui care se adaptează lumii și în special ecosistemului cel mai potrivit. Este vorba despre concurență. Și concurenții cei mai importanți sunt rareori animalele mai mari: oamenilor nu le este prea greu să țină pasul și să trăiască în preajma leilor, tigrilor sau ursilor. În schimb, cei care ne cauzează necazuri sunt microbii și paraziții. Ei ne pot ucide sau aduce într-un stadiu de degradare în care nu mai putem sau nu ne mai pasă să producem urmași.

Nu suntem singurele organisme care au o problemă cu microbii și paraziții. Dacă îți lingi buzele s-ar putea să ingerezi în jur de un milion de virusuri care atacă în mod specific bacteriile. Potrivit unei lungi tradiții, acestea se numesc virusuri bacteriofage sau, pe scurt, fagi. (*Phage* este cuvântul grecesc pentru *a mânca*. Fagii devorează bacteriile din interior.) Cu alte cuvinte, chiar și bacteriile, aceste organisme simple, unicelulare, au multe bătăi de cap cu aceste virusuri fage, al căror singur scop în viață, sau la granița vieții, este să captureze metabolismul bacteriilor și să îl folosească pentru a se autocopia.

O trăsătură uimitoare a fagilor este cât de specifici sunt. Adică un anumit fag atacă doar un anumit tip de bacterie. Învelișul fagului identifică și se atașează de o anume proteină a unei anumite bacterii. Principala metodă de apărare a bacteriei împotriva fagilor este să-și modifice cumva sau să-și reconfigureze modelul proteic al membranei exterioare. Acum, aceste schimbări nu se pot face ca atare la nivelul unui individ. În schimb,

descendenții săi, urmașii săi, pot suferi modificări pe parcursul reproducerii ADN-ului lor. Modificările aleatorii s-ar putea sau nu să le ajute să reziste fagilor. Nu uita că vorbim despre bacterii. Poate că ele nu se schimbă foarte rapid de la o generație la alta. Însă se reproduc ca nebunele, majoritatea speciilor dublându-și numărul pe parcursul a doar câteva ore și producând astfel un număr aproape nelimitat de descendenți. În aceste mulțimi, nu are cum să nu existe noi configurații de gene imperfect copiate, dintre care unele vor avea capacitatea de a rezista sau, pur și simplu, de a nu mai fi identificate de fagii care i-au ucis strămoșii.

Această multiplicare rapidă a bacteriilor, a virusurilor și a altor paraziți nu-prea-complecși poate provoca necazuri organismelor mari. Microbii se reproduc și sunt în căutarea modelului proteic de atașare genetică capabil să ne infecteze. Între timp, organismele mari, precum noi doi sau arborele sequoia, nu se pot reproduce în doar câteva ore. Pentru sequoia e nevoie de trei secole. Pentru noi de câteva luni, urmate de alți câțiva ani până când organismul ajunge la vârsta de reproducere. Deci, ca să rămânem în cadrul scenariului evoluționist, noi și, în special, strămoșii noștri a trebuit să găsim un model diferit, altfel n-am fi reușit să înfruntăm toate acele virusuri bacteriofage, hotărâte să ne captureze metabolismul celular și să-l întoarcă împotriva noastră. Mai exact spus, strămoșii noștri îndepărtați chiar au găsit un model diferit; altfel noi doi n-am fi aici ca să meditățm la aceste întrebări.

Cheia combaterii microbilor și paraziților pare să fie sexul. Pe de o parte, chestia asta pare deprimantă.

Rujul, tocurile înalte, goana după salarii, mașinile sport și mersul la sală sunt rezultatul virusurilor. Dar, pe de altă parte, la fel sunt și arta, muzica sau gastronomia. Prin intermediul sexului, organismele precum păpădia, meduzele, bibanii, papagalii și termitele reușesc să reziste în competiția vieții suficient de mult timp încât să se înmulțească și să producă urmași pentru sezonul următor.

Potrivit unei terminologii relativ recente, acest proces se numește Teoria Reginei Roșii. Fermecătoarea denumire provine de la Alice, personajul fictiv al cărților lui Lewis Carroll, *Alice în Țara Minunilor* și *În Țara din Oglindă*. În aceste povești, Alice o întâlnește pe Regina Roșie. (Potrivit multor relatări, dl. Carroll obișnuia, se pare, să fumeze din când când un soi de marijuana și să bea câte un pahar-două de vin.) Regina Roșie este un hibrid între o persoană și o piesă de șah, care alunecă pe un fel de Tablă de Șah a Vieții. Când te afli în preajma ei, întreaga ei lume se mișcă... oarecum. Așadar, Alice este nevoită să alerge ca nebuna ca să poată purta o conversație cu ea. Așa arată o zi obișnuită de lucru la curtea Reginei Roșii. Alice face constatarea: „În locul de unde vin eu, dacă alergi toată ziua, ajungi altundeva." Regina Roșie îi răspunde ridicându-și sprâncenele regale de personaj/piesă de șah: „Pe legea mea, dar mi se pare o țară foarte înceată. Aici trebuie să alergi din toate puterile ca să rămâi în același loc."

Din câte se pare, procesul evoluției în care suntem implicați noi doi și oricare altă ființă de pe Pământ seamănă cu țara sau ținutul Reginei Roșii. În procesul evoluției, trebuie să alergi mereu; trebuie să găsim continuu noi combinații de gene pentru a ne păstra genele în joc.

Ca un organism să reușească, trebuie să aibă urmași, care la rândul lor să aibă urmași capabili să aibă urmași. Fii pe pace, familia ta a reușit, altfel n-ai fi fost aici. Oricât de neplăcut ar părea, părinții tăi au făcut sex — cel puțin o dată. Dacă ai frați și surori, au făcut-o de mai multe ori... Te cam trec fiorii când te gândești.

Ca orice teorie științifică, putem folosi Teoria Reginei Roșii pentru a face predicții despre fenomenele din natură. Când am participat la dezbaterea împotriva creaționistului Ken Ham, am folosit exemplul unor peștișori numiți topminnow. Acești pești sunt uimitori. Când vremurile sunt grele și condițiile de împerechere cu un partener de sex opus sunt dificile, această specie de topminnow (*Poeciliopsis monacha*) poate produce ouă care se transformă în pești fără a fi fertilizate de laptii altui pește. Acest proces este cunoscut sub numele de reproducere asexuată. Desigur, băieții și fetele topminnow continuă să se reproducă sexual și făcând sex obișnuit, ca toți ceilalți pești.

Specia de topminnow amintită trăiește în râurile din Mexic. Când plouă încontinuu, se formează o mulțime de bazine în care peștii se simt ca acasă. Când apa se evaporă, bazinele rămân izolate de fâșii de pământ uscat. Acești pești sunt atacați de un vierme plat parazit, cunoscut sub denumirea de viermele plat al petelor negre. În cadrul populațiilor izolate de pești, cei care au fost nevoiți să se reproducă de unii singuri sunt mai predispuși la îmbolnăvirea cu petele negre decât membrii aceleiași specii de pești care au avut destui potențiali parteneri cu care să se reproducă pe cale sexuală. Și stai, că mai urmează ceva. Mai există o caracteristică a acestei deosebiri:

populațiile cu un procent mai mare de indivizi care s-au reprodus asexuat au, de asemenea, și un procent mai mare de viermi plați purtători ai petelor negre.

Și încă nu e tot: cercetătorul Bob Vrijenhoek și colegii săi de la Institutul de Cercetări al Acvariului din Monterey Bay au descoperit, într-un bazin izolat, o populație de pești sexuați care aveau mai mulți paraziți decât semenii sau femele asexuate. Ei au descoperit că peștii sexuați se înmulțiseră în cadrul aceleiași familii; făcuseră sex cu frații și surorile lor mai mult decât cu străinii. Deci mutațiile aleatorii introduse de reproducătorii asexuați le-au întrecut pe cele ale peștilor sexuați, ceea ce este surprinzător. Cum astfel de pești și bazine există din belșug, Vrijenhoek a introdus câteva exemplare sexuate de topminnow în cadrul amestecului din acel bazin. Un sezon mai târziu, așa cum era de așteptat pentru cei care cunosc influența Reginei Roșii, lucrurile au revenit la normal. Peștii asexuați erau mai infectați decât cei sexuați.

Trăim într-o lume sălbatică. Dar acești pești sunt un remarcabil exemplu al unei teorii științifice capabile să facă previziuni reale. În cadrul acestei specii, putem compara direct efectul unui singur tip de parazit asupra unui singur tip de pește. Peștii topminnow sunt minunați, pentru că se reproduc în două moduri diferite și îi putem observa de la un sezon la altul. Nu trebuie să așteptăm vreme de decenii sau secole, ca în cazul oamenilor sau al arborilor uriași de sequoia.

Acesta este unul dintre motivele pentru care mă încântă studiul evoluției. Este o știință uimitoare și sexy.

10

CÂINII SUNT TOT CÂINI

Oamenii iubesc câinii. Aceasta este, sper eu, cea mai puțin surprinzătoare propoziție pe care o vei citi în această carte. Eu însumi am purtat lungi discuții cu prietenii mei canini, și prin asta chiar mă refer la prietenii mei care sunt câini. Recunosc că toate aceste discuții au fost în mare parte unilaterale. Când iubitorii de câini se întâlnesc, deseori întreabă ce fel de câine are fiecare. Vorbesc despre rasele de câini: collie, corgi, labrador retriever, pitbull sau pudel. De regulă îi iubesc pe toți, pentru că toți câinii sunt câini. Ei sunt definiția umblătoare și lătrătoare a ceea ce înseamnă o specie. Relațiile evoluționiste nu sunt definite după aspect, ci prin ceea ce se găsește la interior. Dacă un mascul și o femelă se pot combina și produce urmași, atunci, conform celei mai simple și mai semnificative definiții, ei aparțin aceleiași specii.

Altfel spus, dragi amatori de câini, vă iubesc pe toți, dar trebuie să vă stric distracția cu un adevăr fundamental. În sens evoluționist, e foarte important de reținut că nu există nicio rasă distinctă de câini. Dacă un dog german face sex cu un teckel, rezultă un câine. Dacă un caniș face sex cu un terrier Jack Russell, rezultă un câine. Dacă o corcitură face sex cu un exemplar din așa-numita *rasă pură*, rezultă un câine. Altceva nu rezultă. Toți câinii

sunt descendeții unor strămoși comuni. Deci, atunci când ne distrăm la un spectacol chinologic, unde câinii sunt împărțiți sau organizați după rase, participăm la un ritual care este, la un nivel foarte important, arbitrar. Există gradații și există un spectru al tipurilor sau al raselor de câini. Conceptul de *rasă pură* poate fi definit numărând generațiile trecute din universul sexual canin. Însă nu reprezintă vreun indiciu pentru vreo specie sau, vorbind serios, pentru nimic special.

Câinii domestici moderni sunt descendenții direcți, efectiv direcți, fie ai lupilor, fie ai unui strămoș comun de la un nivel imediat anterior lupilor. Cu ajutorul mașinăriilor care folosesc reactivi atent elaborați pentru a desface și a număra cu meticulozitate secvențele de acizi nucleici — acele coduri chimice care sunt ordonate ca treptele unei scări — din ADN-ul unui organism, putem face comparația, de exemplu, între ADN-ul unui lup și cel al unui câine albastru de Noua Zeelandă.

Și mai remarcabil este setul de experimente condus de Dmitri Belyaev la o fermă sovietică de vulpi, în anii 1950. El și colegii lui au obținut accesul la un lot de vulpi argintii, foarte prețuite pentru blana lor și care sunt înrudite îndeaproape cu lupii. Cercetătorii au observat comportamentul vulpilor și le-au oferit hrană umană. Acele exemplare de vulpi mai puțin înclinate să fugă de apropierea oamenilor au fost recompensate cu mâncare. Ele au fost selectate și li s-a permis să se înmulțească, femele și masculi între ele. În doar câteva generații, cercetătorii au crescut pui de vulpe care nu se mai speriau de prezența personalului. Aceste noi rase de vulpi-câini sau de câini-vulpi au dezvoltat o afinitate pentru oameni.

Își scuturau coada de bucurie, scheunau pentru atenție și îi lingeau pe cercetători pentru a-și exprima afecțiunea; câteva au dezvoltat chiar urechi moi, care puteau fi scărpinate.

Același proces trebuie să fi avut loc și în timpul domesticirii lupilor. Ei s-au arătat dispuși să ne apere strămoșii ca pe unii de-ai lor. Iar acesta a fost, aparent, rezultatul faptului că le-am oferit hrană și adăpost, o locuință numai bună pentru câinii-lupi. Din punct de vedere genetic, toți câinii moderni sunt aproape lupi. Noi, oamenii, am hotărât care lupi-câini au voie să facă sex și am selectat acele trăsături lupo-câinești pe care ni le-am dorit: prietenia, apropierea, voioșia și protecția.

Darwin a fost deosebit de sârguincios în privința modului de a distinge care organisme trebuie grupate logic împreună cu altele — în special, care organisme aparțin aceleiași specii, fiind capabile să se reproducă între ele. El a observat că ceea ce alți mari contemporani de-ai lui considerau a fi specii diferite de trandafiri, erau, de fapt, doar niște soiuri ușor diferite care puteau fi lesne înmulțite sau împerecheate între ele. Distincția făcută de Darwin i-a nedumerit pe foarte mulți. Trandafirii pot părea destul de diferiți ca formă și, mai ales, ca nuanță de la o generație la alta. Însă doar urmărind dacă se pot înmulți sau produce urmași (mai multe semințe sau sâmburi și mai mulți trandafiri) se poate stabili dacă avem de-a face cu una sau două specii diferite.

Darwin a inventat expresia „selecție artificială" pentru a descrie ceea ce grădinarii, fermierii și crescătorii de cai și de câini făceau deja de secole: crearea unor soiuri mai bune sau mai utile de plante și animale.

George Washington s-a ocupat și el cu asta. Părintele națiunii mele a investit o cantitate impresionantă de timp, efort și energie pentru cultivarea grâului. El a folosit o lupă și o pensetă pentru a delimita polenul unui peduncul de grâu capabil să fertilizeze ouăle sau ovulele altui exemplar. Fermierii controlează mereu care armăsar are privilegiul de a se împerechea cu o anume iapă. În ultimă instanță, pe unii armăsari îi castrează. Au! Darwin a observat că procesul de reproducere agricolă este identic celui petrecut în natură. Doar că oamenii acționează de regulă de sus în jos. Fermierii și crescătorii umani sunt cei care decid ce gene sunt selectate pentru a fi transmise generației următoare. Darwin s-a gândit la acest lucru ca la o selecție a genelor indusă artificial (deși nu a folosit termenul de genetică, care încă nu fusese descoperit).

Într-un sens filosofic, încă mai folosim descriptorul sau adjectivul lui Darwin: artificial. Dar trebuie observat că, din punctul de vedere al unui spic de grâu, al unui cal sau al unui pudel, selecția artificială este identică celei naturale. Să zicem că ești un spic de grâu, care își vede de treaba lui. Ovulele tale sunt fertilizate de polen. Poate că acesta a fost adus de vânt. Sau o albină a vizitat vreo alte două flori de grâu și s-a debarasat de polenul străin peste ovulele tale. Sau poate un fermier a amestecat cu grijă polenul unui peduncul de grâu cu ovulele altuia. Din perspectiva ta, ca descendent al plantei, nu există nicio diferență. În ce te privește, pentru a avea trăsături atractive pentru o altă specie, îți este indiferent dacă cel care face polenizarea este o insectă sau un om.

Este interesant de remarcat faptul că oamenii care cred în creaționism, care consideră că o zeitate a înființat

toate ecosistemele în doar câteva zile, profită din plin de abilitatea noastră de a reproduce plante și animale tot mai utile. Pentru a evita această contradicție evidentă, ei recurg adesea la distincții elaborate și arbitrare pentru ceea ce numesc sau nu evoluție.

În ciuda asemănării fundamentale, din perspectiva unui observator, selecția artificială este foarte diferită de cea naturală. În numeroase cazuri, selecția artificială servește nevoilor umane de eliminare a unor înzestrări naturale. O măsură onorabilă a acestui lucru este dacă sau nu un organism precum un spic de grâu, o plantă de soia, un cal Quarter American sau un ogar de curse ar putea sau ar reuși să supraviețuiască fără intervenția oamenilor în chestiuni legate de fecundarea și hrănirea lor sau de controlarea interludiilor sexuale. În trei dintre aceste patru cazuri, răspunsul este „nu". Oamenii sunt cei care le-au făcut posibilă existența. Dacă tu consideri că oamenii sunt ființe deosebite de celelalte (dacă tu crezi că o zeitate a îngăduit și a dirijat dominația oamenilor asupra Pământului), atunci poate că suntem separați de restul naturii și manipulările noastre genetice reprezintă destinul nostru divin. Dacă însă consideri că faci parte din natură, parte dintr-un ecosistem global, atunci convențională noastră intervenție artificială nu este deloc artificială. Noi și activitățile noastre facem parte din natură.

Te rog să reții că, la fel cum câinii sunt tot câini, majoritatea raselor domesticite încă aparțin speciilor lor sălbatice. Un cal Quarter American este tot un cal, iar grâul de primăvară este tot grâu. Selecția artificială ne oferă indicii despre modul în care populațiile se diferențiază suficient de mult pentru a deveni specii cu adevărat

separate. De exemplu, în sălbăticie, atunci când populațiile de somon se separă printr-o schimbare în fluxul de afluenți ai aceluiași fluviu, aspectul peștelui se poate schimba destul de tare de la o populație izolată la alta. Dar diferitele populații izolate ar putea fi capabile în continuare să se reproducă dacă sunt reunite în crescătoriile de somon sau în bulboane separate ale râului. Unii savanți se referă la ele ca la subspecii. Dacă ar fi ținute izolat sau destule generații ar fi crescute separat, în cele din urmă ar fi de așteptat ca acei pești să nu se mai poată împerechea cu alții și ar fi declarați ca fiind o specie diferită. Acest lucru ar fi firesc pentru că, de fiecare dată când peștii fac alți pești, de fiecare dată când se reproduc, au loc schimbări minuscule în cadrul genelor, al ADN-ului lor.

În cele din urmă, ar fi de așteptat să producă destule modificări în cadrul subspeciilor lor încât să nu mai fie capabile să se înmulțească între ele. Trebuie să ținem cont de faptul că, doar pentru că ne gândim intuitiv la reproducerea peștilor ca fiind specifică exclusiv unei singure specii, este posibil ca natura să permită formarea unui spectru, în care unii sunt capabili să se împerecheze, iar alții nu. S-ar putea să arate distinct, asemenea raselor diferite de câini, dar să aparțină în continuare aceleiași specii. Confuzia dintre aspectul exterior și cel interior, al naturii genetice, este, de asemenea, aparentă — într-un sens mult mai periculos — în privința felului în care oamenii vorbesc de regulă despre rasele umane. (Mai multe despre asta în Capitolul 32.) Tot ce vreau să spun este că oamenilor le vine mai greu să înțeleagă natura decât îi vine ei înșeși.

11

ARBORELE VIEȚII — SAU E, MAI DEGRABĂ, UN TUFIȘ?

Oamenii folosesc de regulă numele de „arbore genealogic" pentru a descrie o diagramă cu toate rudele lor. Este o expresie atât de comună încât, probabil, nu te mai gândești la metafora din spatele ei atunci când o folosești. Identificarea descendenței se face realizând o schemă a șirului de strămoși. Tu și frații tăi veți împărți aceeași ramură care pornește de la mama și tatăl vostru. Dacă ai copii, ei vor ocupa o ramură care urcă de la tine și partenerul tău, și așa mai departe. Este o convenție care creează puțină confuzie, deoarece, intuitiv, descendenții ar trebui să coboare (descendenții ar trebui să descindă, corect?), însă arborele crește în sus (ascende). În orice caz, este o metaforă foarte utilă, nu doar pentru relațiile de familie, ci și pentru alte tipuri de relații de viață, mai ample. Așadar, hai să ne cățărăm pe această metaforă și să ajungem mai departe, pas cu pas... sau, mai degrabă, ramură cu ramură.

Pe măsură ce cobori din locul cel mai de sus al arborelui tău genealogic, din locul în care te afli, către ramura de dedesubt și apoi cu încă o ramură mai jos, îi vei întâlni pe oamenii care au existat înaintea ta — să zicem strămoșii din partea familiei soțului bunicii tale. Și mai jos, vei da de niște străini; vei întâlni oameni pe

care nu i-ai cunoscut niciodată, dacă înțelegi ce vreau să spun — strămoși atât de îndepărtați, că nici măcar n-ai auzit de ei. Mult mai jos pe acest arbore genealogic, vei ajunge la încrengătura unde *homo sapiens* s-a despărțit de celelalte specii umanoide. În acest punct, arborele începe să includă tabloul general al evoluției. Dacă vei continua să cobori către rădăcini, vei da peste cimpanzei și urangutani. Dedesubtul lor, s-ar putea să dai de maimuțe și de strămoșul nostru comun. Iar și mai jos, vei lăsa primatele în urmă și vei întâlni alte mamifere, inclusiv lei, tigri, urși, narvali, antilope, egrete și lilieci.

Dacă ne continuăm coborârea, vom ajunge la niște ramuri care ne vor conduce la niște organisme care, la început, nu ni se vor părea înrudite cu noi (nici măcar cu fostul meu șef...). Mă refer aici la șopârle, pești și planta de gălbenele. Prin progresie logică, vom realiza că suntem cu toții descendenții unui singur tip de organism primordial, aflat chiar la baza arborelui. Știu, știu; e un pic greu de crezut la început. Însă la nivel microbiologic suntem cu toții mai degrabă asemănători decât diferiți.

Fiecare organism de pe Pământ conține ADN sau ARN, partenerul său chimic. Acronimul ARN vine de la denumirea de acid ribonucleic și, de regulă, are doar o catenă, prin comparație cu structura mai complexă, dublă, a ADN-ului — acidul dezoxiribonucleic. („Ribo" provine de la un cuvânt vechi care înseamnă zahăr, făcut dintr-un amestec dulce numit gumă arabă. Forma adjectivală ar fi arabinoza. De aici ne-am ales cu termenul „ribo". Îți dai seama?)

Pentru mine, codul comun al vieții stârnește o întrebare importantă, una care mă afectează personal. Printr-o

succesiune surprinzătoare de evenimente din viața mea, am devenit directorul executiv al Societății Planetare, o organizație cofondată de Carl Sagan, unul dintre profesorii mei din școală. Am acceptat slujba pentru că nu am încetat să mă întreb dacă Pământul este ceva special sau ceva obișnuit. Așa că mi-am pus întrebarea: Oare modul în care a evoluat aici viața este similar modului în care a apărut viața în alte lumi sau aceasta poate evolua în niște maniere drastic diferite? Singura cale de a descoperi un răspuns a fost... să descopăr.

Pentru anumiți oameni, cu o viziune creaționistă, chimia comună a vieții zugrăvește un tablou cu totul diferit. Ei pretind că aceasta este dovada faptului că suntem produsul unui designer care a realizat totul conform aceluiași plan, de la bun început.

Și acest raționament stârnește unele întrebări, însă sunt exasperante. Dacă a existat un designer, de ce el sau ea a creat toate acele chestii fosile care nu mai sunt încă în viață? De ce a plasat toți acei substituți chimici ai elementelor radioactive în cadrul elementelor nonradioactive? De ce a programat acel designer schimbarea continuă din cadrul registrului fosil, dacă el sau ea a conceput întreg ansamblul deodată? Pe scurt, de ce a răscolit toată mizeria? Dacă ești creaționist și citești asta și vrei să spui ceva de genul: „Ei bine, așa a făcut el", țin să-ți spun direct că faza asta nu ține. Dacă acum am juca în aceeași echipă, ți-aș spune: „Bagă-ți mințile-n cap."

Și încă ceva: dacă ar fi existat un creator, m-aș fi așteptat la rezultate mai bune. Nu m-aș mai fi așteptat să existe virusul gripei, de exemplu. Sau, dacă virusurile sunt o consecință inevitabilă sau accidentală a unui

proiect inteligent bazat pe moleculele de ADN, m-aș fi așteptat să fim imuni la aceste accidente. Iar dacă argumentul este „Ei bine, asta face parte din plan", trebuie să întreb: cum poți să iei lipsa de dovadă a unui plan drept dovadă pentru existența acestuia? Nu are nicio logică.

În locul unui arbore ascendent, mie îmi place să mă gândesc că viața se mișcă de-a lungul unei axe temporale, asemenea plimbării mele de-a latul Statelor Unite. Acest „Arbore Genealogic" crește lateral, timpul venind din stânga, unde se află trecutul îndepărtat, către dreapta, spre timpul prezent. Pentru a înțelege încrengăturile arborelui vieții, trebuie să ne deplasăm înapoi, indiferent ce avem de făcut. Avem de examinat fosilele și ne străduim să evaluăm vârsta rocilor în care s-au conservat fosilele. Cum altcumva am putea proceda? Suntem constrânși de natura timpului să începem din locul unde ne aflăm astăzi și să ne deplasăm tot mai departe în trecut, analizând ramurile din Arborele Vieții pe măsură ce trecem de ele.

Ca să arunci un ochi în trecutul vieții, trebuie să examinezi fosilele și să determini când a fost creată pentru prima dată o ramură, evaluând vârsta rocilor în care s-a format o anumită fosilă. Cele mai vechi fosile cunoscute aparțin unor bacterii care au trăit, se pare, în niște iazuri sau într-o mare de mică adâncime din vestul de astăzi al Australiei. Este vorba despre învelișuri fosile de bacterii, numite stromatolite, al căror metabolism conducea la excreția carbonatului de calciu, a calcarului, din care sunt alcătuite cochiliile de scoică și piatra de var. Dintr-o cauză climatică, vechile iazuri s-au evaporat și acele învelișuri bacteriale s-au transformat în piatră. Au o vârstă de 3,5 miliarde de ani.

Prin analiza unor roci de o vârstă relativ mai recentă, descoperim dovada unor organisme mai complexe. Dacă luăm un eșantion de pe fundul oceanului, de la doar câțiva metri adâncime, descoperim o mulțime de straturi de mici creaturi marine. Aceste microfosile frumoase, complexe, sub formă conică și împletită de discuri sau spirale, constituie trupul sau locuința străvechilor creaturi marine. De multe ori, aceste fosile mici nu sunt mai mari decât un vârf de ac. Dacă știi cum să cauți, poți găsi câteva sute într-un singur centimetru cub de sedimente marine. (Un centimetru cub înseamnă un mililitru dintr-o doză de bere sau dintr-o linguriță de medicamente pentru copii; în vechea terminologie medicală, era notat cu cc.)

Cu cât contorizarea numărului de organisme diferite de pe Pământ se face la un nivel mai îndepărtat, cu atât găsim mai puține varietăți. Asta înseamnă că, în mod natural, evoluția generează creșterea numărului de varietăți ale organismelor. În felul acesta, ea seamănă cu un copac. Pe măsură ce crește, un copac va dezvolta tot mai multe crengi, care se vor ramifica; fiecare ramificație va crea o altă ramură, cu bifurcațiile ei. Acesta este motivul pentru care metafora Arborelui Vieții este atât de puternică.

Însuși Darwin este cel care a inventat expresia „arborele vieții", după ce a desenat o schiță reprezentând punctele de ramificație din istoria naturală a organismelor. Când analizăm astăzi relațiile dintre specii, constatăm că, în prezent, există mult mai multe specii decât în trecutul îndepărtat. Acest lucru este în continuare valabil chiar și dacă luăm în considerare cele cinci (sau șase) evenimente majore de extincție în masă. Această diversitate și crearea

de noi specii implică faptul că noi doi, ca animale din Arborele Vieții, suntem înrudiți cu tot felul de organisme despre care n-am fi crezut asta.

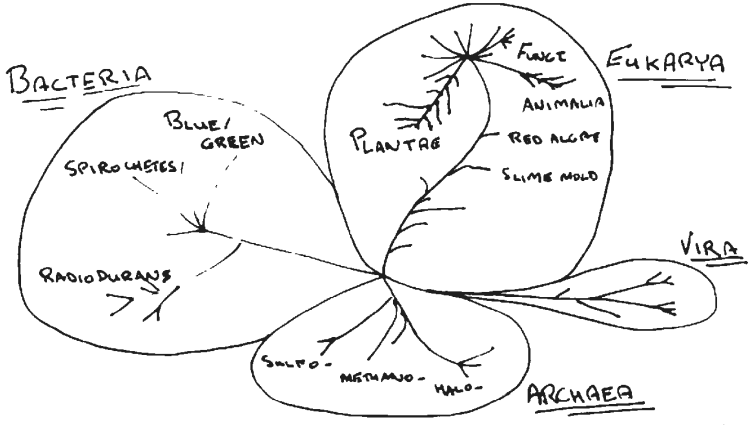
Timp de un secol și jumătate, oamenii de știință din toate domeniile (biologi, paleontologi, arheologi, patologi, imunologi, astrobiologi) au clasificat toate organismele, în viață sau dispărute, pentru a umple ramurile Arborelui Vieții. Așadar, ai putea crede că, până acum, am finalizat schița. Te-ai aștepta, fără îndoială, să fi căzut cu toții de acord în privința ramurilor principale. Ei bine, nu. Dar ne străduim.

Odată cu descoperirea, în anii 1970, a unor organisme necunoscute până atunci pentru știință, a trebuit să regândim relațiile de înrudire dintre un organism și altul. Pentru multă vreme, savanții au fost de acord că există animale și plante. *Wow, Bill. Mersi.* Pe bune, și încă se mai folosește denumirea organizațională: Regnul Animalia și Regnul Plantae, fiindcă, în biologie, încă latinizăm cuvintele. Dar, după ce au analizat lucrurile din perspectivă evoluționistă — cum ar veni, care organism a existat înaintea altuia —, oamenii de știință au realizat că animalele au mai multe în comun cu plantele decât au (avem) cu aproape orice alt organism de pe Pământ. Este uimitor. Majoritatea ființelor de pe planeta noastră sunt microscopice, iar aceste organisme microscopice îți seamănă mai puțin decât o varză.

Oamenii de știință au coborât mai jos pe Arborele Vieții; sau, s-ar putea spune, s-au mișcat de la dreapta la stânga pe axa de timp a evoluției. În orice caz, au reevaluat cine cu cine este înrudit. În momentul în care scriu această carte, se consideră că natura a dat naștere la trei

sau patru tipuri fundamentale de organisme sau domenii ale vieții. Eu zic că sunt patru. Avem Bacteria, Archaea (microbii, care sunt fundamental diferiți de bacterii), Eukarya (ăștia suntem noi, animalele și plantele, la un loc) și Vira. Pe ultima ai putea-o numi și Virusuri. (Am făcut câteva lecții de latină în liceu și prefer pluralul pentru acest substantiv de declinarea a doua, care descrie marea majoritate a organismelor).

Nu toți sunt de acord cu mine că Vira merită un domeniu separat. Un argument tradițional susține că virusurile nu sunt cu adevărat și pe deplin organisme vii. Ele au nevoie de o celulă pentru a se reproduce; nu se pot înmulți pe cont propriu. Virusurile nu fac niciun efort ca să-și obțină propriii nutrienți. Nu au un metabolism regulat. Ele rămân intacte pentru perioade extraordinare de timp, fără interacțiune cu mediul. Nu absorb sau nu elimină energie.



DOMENII ALE VIEȚII

După părerea mea, virusurile nu ar exista deloc dacă nu ar exista celelalte domenii ale vieții pe care să le paraziteze. Vira interacționează cu celelalte forme de viață, ceea ce le face mai degrabă asemănătoare cu noi decât diferite și, cu certitudine, să semene vieții decât non-vieții. În sprijinul afirmației vine și descoperirea recentă a unor virusuri uriașe, precum Mimivirus și Pandoravirus, care sunt atât de mari încât se află la limita dintre virusuri și bacterii. În același timp, e limpede că Vira nu aparține niciunuia dintre celelalte trei domenii. După mine, ar trebui să aibă propria ramură importantă în Arborele Vieții.

După ce am stabilit care sunt domeniile vieții, e destul de complicat dacă ar trebui sau nu să continuăm cu vechile denumiri, din ce în ce mai subtile. Dacă mergem mai departe, avem: domeniu, regn, încrengătură, clasă, ordin, familie, gen și specie. O, și de-ar fi așa simplu! După ce au studiat atent structura celulară și ADN-ul organismelor, oamenii de știință au inventat noi termeni, precum superfamilie, subfamilie și infraregn. Aceste cuvinte sunt folosite pentru a-i ajuta pe cercetători să înțeleagă lucrurile. Nu voi intra însă în detalii.

În ce mă privește, cea mai importantă și mai confuză parte a problemei este că Archaea și Bacteria sunt împărțite în domenii diferite ale vieții. Este o diviziune pe care biologii au recunoscut-o abia în ultimele trei decenii. Fără îndoială că ești familiarizat cu bacteriile. Archae sunt organisme microscopice, asemenea bacteriilor, și chiar se aseamănă lor la microscop. Dar, în interior, sunt semnificativ diferite. Dintre foarte numeroasele organisme microscopice, unele au nuclei în cadrul celulelor, altele nu. Dintre cele fără nuclei, unele folosesc mai multe proteine

dintr-o secvență pentru a procesa sau metaboliza chimicalele din mediu ca să obțină energie. Altele folosesc aproximativ jumătate din aceeași cantitate de proteine dintr-o secvență mai simplă pentru a obține același efect. Cele mai simple sunt considerate acum a aparține domeniului Bacteria. Iar cele mai complexe, domeniului Archaea. De asemenea, prin comparație cu Bacteria, organismele din Archaea au o membrană înconjurătoare de proteine și lipide mai complexă sau, în unele cazuri, doar mai groasă. Vira rămâne o chestiune separată.

Pentru cei care studiază aceste domenii, diferențele sunt clare. Nici Bacteria, nici Archaea nu au nuclei. Pe când noi doi avem... în cadrul celulelor. De asta aparținem de Eukaryotes; adică termenul din greacă pentru „a avea miez" (a avea nucleu). Archaea și Bacteria sunt Prokaryotes, adică „înainte de miez" (înainte de nucleu). Acest lucru s-a dovedit a fi de o importanță uimitoare pentru istoria naturală a organismelor.

Următoarele trepte de clasificare sunt un pic neclare, deoarece oamenii de știință studiază și iau în calcul natura relațiilor pe care le avem cu restul lucrurilor — mai precis, cu fiecare ființă de pe Pământ. În cazul *regnurilor*, adică al nivelului imediat inferior domeniului, acestea sunt vreo cinci. Toată lumea este de acord că unul dintre ele este fungi. Fungii au propriul regn. Apoi mai există un grup numit protist, clasificat adesea în regnul Protista (parazitul de malarie aparține acestui grup). Apoi avem regnul Eubacteria, al organismelor unicelulare. Prefixul *eu* înseamnă adevărata bacterie. Apoi urmează Prokaryotes — fără nuclei. Apoi plantele, Plantae. Și animalele, precum noi doi, Animalia.

Privind astfel lucrurile, cel mai puțin înțeles este regnul Archaea. Și totuși, viața a apărut, se pare, în cadrul lui. O idee fascinantă.

Dacă această variantă a Arborelui Vieții ți se pare complicată, așa și este. Dar trebuie să adaug: ea este, de asemenea, și foarte *cool*. Organismele trăiesc și își văd de treaba lor, supraviețuind și reproducându-se, indiferent dacă noi doi avem vreo idee cine a dat naștere cui și cum să clasificăm Vira. Dar, cu ajutorul noilor instrumente genetice care permit biologilor să analizeze secvențele de aminoacizi din moleculele de ADN și ARN, suntem tot mai aproape de a înțelege care tip de organism a fost primul. Atunci vom putea să răspundem unor alte întrebări semnificative.

Iată una dintre ele: cum se face că toate organismele descind dintr-un singur strămoș? Oare a existat și o altă formă primitivă de viață, care a încercat să trăiască și să se reproducă, dar nu a reușit să țină pasul? Este posibil ca viața să fi început de mai multe ori, iar noi doi să fim rezultatul unei rânduieli străvechi. Voi reveni la această idee spre sfârșitul acestei cărți, în Capitolul 36.

12

BIODIVERSITATEA ÎȘI FACE APARIȚIA

În ultimii ani, oamenii de știință au depus mari eforturi pentru a studia biodiversitatea Pământului, varietatea totală a vieții. De cele mai multe ori, oamenii vorbesc despre biodiversitate referindu-se la ecologie și conservare, dar ea înseamnă mai mult de-atât. Biodiversitatea nu poate fi cuantificată. Este o măsură a rezultatelor evoluției. Este un catalog suprem al populațiilor tuturor speciilor care există și au existat vreodată, înainte de dispariție.

Când analizăm registrul fosil, remarcăm că biodiversitatea este în creștere, de la începuturile vieții, acum 3,5 miliarde de ani: Arborele Vieții a devenit tot mai bogat. Dacă într-adevăr suntem descendenții aceluiași strămoș, acest lucru este firesc. Fiecare reproducere înseamnă o ocazie de producere sau nu a unei mutații benefice pentru un descendent. Dacă este benefică, acel organism, împreună cu genele sale, supraviețuiește suficient încât să se reproducă și să-și transmită genele pentru încă o generație. Dacă asta se întâmplă continuu și pe tot Pământul, cât e ziua de lungă, ajungem să avem specii după specii răspândite peste tot.

Existența acestei creșteri nu a fost o concluzie evidentă pentru toată lumea. Dacă lumea și speciile sale de animale și de plante ar fi fost create de o forță sau

printr-un eveniment supranatural, ar fi de așteptat să avem parte, când săpăm în crusta Pământului, de fosilele cunoscute ale speciilor de ființe existente în prezent. Sau, dacă ar fi existat o tranziție de genul înainte-și-după, așa cum povestește *Biblia*, ar fi de așteptat să găsim, în straturile inferioare ale formațiunilor stâncoase, un număr imens de fosile al unor specii acum dispărute, apoi o întrerupere bruscă (corespunzătoare alungării din Paradis sau, poate, potopului lui Noe), urmată doar de fosilele speciilor moderne, în straturile mai recente. Însă nu există așa ceva, nici măcar de departe.

Nu există o separare între fosilele ante și post diluviene, ori ante și post Paradis. Întâlnim în schimb un continuum, unul care arată o tendință graduală către sporirea biodiversității. Întocmai cum a prevăzut teoria evoluției lui Darwin. Replică după replică, o șansă după alta la mici modificări, conduc la răspândirea graduală a unor trăsături destul-de-bune care ajută specia să concureze. Deschiderea unor medii relativ nepopulate și izolarea populațiilor mici încurajează apariția unor specii noi. Prin apariția unor noi tipuri de organisme, cresc și se diversifică mediile și resursele energetice care pot fi exploatate. Din câte ne putem da seama, fenomenele care încetinesc creșterea naturală a biodiversității sunt catastrofele de tipul asteroizilor care lovesc Pământul, extincțiile de proporții mai mici, precum alunecările de teren la nivel regional și, bineînțeles, acțiunea noastră, a oamenilor. Oamenii sunt cei care în momentul de față provoacă, se pare, extincțiile în masă.

Dovezile în acest sens nu sunt perfecte, desigur. Când analizăm fosilele găsite în întreaga lume și întocmim

registrul fosil, trebuie să ne așteptăm la unele limitări. La urma urmei, dacă un grup de organisme a fost îngropat și eventual fosilizat acum trei miliarde și ceva de ani, e de așteptat ca puține dintre ele să fi rezistat călătoriei prin timp. Plăcile tectonice se deplasează și alunecă. Peisajele se usucă și se inundă, deseori în mod repetat. Cu cât sunt îngropate de mai mult timp, cu atât crește probabilitatea ca acele rămășițe fosilizate să fi fost deteriorate, distruse sau dizolvate. Totuși, chiar și dacă luăm în calcul aceste aspecte, descoperim că există o diversitate mai mare între fosilele mai recente.

Motorul acestei diversități este energia. În educația științifică ne place să spunem că energia este cea care face ca lucrurile să meargă, să funcționeze sau să se întâmple. La fel e cazul și cu sistemele vii. Ele (noi) au nevoie de energie pentru a trăi, a se mișca, a crește și a se reproduce. Dacă ne punem întrebarea: „Unde se găsește cea mai multă energie disponibilă pentru organismele vii?", vom descoperi cel puțin două surse. Prima este lumina solară. Cealaltă este energia primordială din interiorul Pământului. Aceeași chestiune este probabil valabilă și pentru viața din alte lumi (dacă ea există), așa cum voi analiza mai încolo.

Indiferent dacă ești o plantă verde, o chestie care mănâncă plante verzi sau ceva care mănâncă chestiile care mănâncă plantele verzi, vei găsi cea mai multă lumină solară în apropierea ecuatorului. Nu e de mirare că există mai multe ființe în pădurile tropicale și în jurul recifelor tropicale de corali decât găsești pe întinderile de gheață din Antarctica sau Oceanul Arctic, fără să-i mai numărăm și pe cercetătorii staționați acolo. Dar,

pe lângă multitudinea de vietăți individuale, mai există și o diversitate a felurilor de organisme care trăiesc în preajma ecuatorului, prin comparație cu cele observate în regiunile polare de nord și de sud.

Mai mult, diversitatea este răspândită gradual. Există mult mai multe tipuri de organisme pe un metru, un iard pătrat sau un hectar în pădurea tropicală amazoniană decât în pădurile tropicale din Belize sau Guatemala. La rândul lor, fiecare dintre ele găzduiește mai multă diversitate decât întâlnim în pădurile boreale din nordul Canadei. Există puțin mai multă diversitate în Insula de Nord a Noii Zeelande, care se află mai aproape de ecuator, decât în Insula de Sud a Noii Zeelande, care este mai apropiată de Polul Sud. Există și alți factori locali, în special căderile de precipitații, dar tendința este aceeași pentru întreg peisajul. Dacă stai să te gândești bine, s-ar putea să fi observat și singur acest fenomen. Dacă locuiești sau vizitezi S.U.A., poți face comparație între ținuturile mlăștinoase din Louisiana și gurile râului Mississippi din Minnesota.

Zonele de pe Pământ cu cea mai mare cantitate de energie sunt, de asemenea, și zonele cu cea mai mare biodiversitate. Această tendință graduală, dinspre mai mult spre puțin, pe măsură ce urci dinspre sud spre nord, este încă o dovadă a evoluției. Aceste ecosisteme au existat în acele locuri de foarte, foarte mult timp și, cu cât un ecosistem rezistă mai mult, cu atât se pot multiplica organismele din cadrul lui. Pe măsură ce numărul lor crește, vor suferi mai multe mutații și mai multe variații. Prin intermediul diversității urmașilor și al unui timp foarte îndelungat, se ajunge la un ecosistem biodiversificat.

Modelele energetice sunt foarte diferite pentru vietățile care depind de energia internă a Pământului. Dezintegrarea nucleară a elementelor radioactive naturale, cum sunt uraniul și toriul, menține nucleul planetei în stare topită. Noi experimentăm în mod direct această energie atunci când căldura își croiește drum spre suprafață. Ea alimentează gheizerele cu aburi, craterele din adâncul oceanelor, vulcanii și cutremurele. Dar, în ultimele decenii, oamenii de știință au descoperit că, de asemenea, ea alimentează ecosisteme întregi pe fundul oceanului, o arie de biodiversitate nerecunoscută anterior.

Explorarea adâncului oceanelor este dificilă. Este un mediu rece, caustic și distrugător (cele trei caracteristici ale mărilor[16]). Orice echipament am trimite în adâncuri trebuie să reziste acestor rigori. În plus (sau în minus), mai e și întuneric. Lumina proiectoarelor de la bordul submarinelor sau submersibilelor care explorează adâncul oceanelor este repede absorbită de apa mării după doar câțiva metri, așa că imaginile obținute nu sunt mai mari decât o sufragerie. Pe măsură ce studiem peisajul fundului oceanului, descoperim ocazional semne de viață — mai puțin în craterele din adânc. Enormi viermi tubulari cu vârful roșu, pești ciudați, crabi albinoși și scoici de mărimea unor mingi de fotbal. Când sunt aduse la suprafață și deschise, acestea arată ca o friptură, dar miros ca o mlaștină.

Animalele care trăiesc în jurul craterelor marine de adâncime sunt diferite de cele de la suprafață. Metabolismul

[16] În original, „the sea's three Cs", adică „cei trei C ai mărilor", fiindcă „rece, caustic și distrugător" încep toate cu litera C în engleză: „cold, corrosive and crushing". (*N.t.*)

lor este bazat pe un schimb chimic cu apa de mare, fierbinte și bogată în nutrienți. Acest proces este denumit chimiosinteză, în loc de fotosinteză. Scoicile care trăiesc aici au nevoie de căldură și de hidrogen sulfurat (care este otrăvitor pentru noi doi), în vreme ce scoicile de la suprafața oceanului depind de fotosinteza planctonului pe care îl filtrează prin sistemul lor digestiv. Dar oricât de fascinante sau pur și simplu ciudate ar fi ecosistemele craterelor geotermale de adâncime, ele sunt totuși mai puțin diverse decât ecosistemele care beneficiază direct de lumina solară. În jurul craterelor submarine au fost numărate până acum în jur de 1 300 de specii. În pădurea amazoniană, putem întâlni 40 000 de specii de insecte, atenție, doar insecte, pe un kilometru pătrat. Dacă aduni și copacii, maimuțele, păianjenii și șerpii, constați că pădurea tropicală este de zeci de mii de ori mai diversă. De ce se întâmplă asta?

Esențialmente, pur și simplu există mai puțină energie de exploatat în adâncurile oceanelor. Unele dintre craterele hidrotermale ating temperaturi de 400° C, însă aceste puncte fierbinți sunt concentrate pe o suprafață mică — există doar câteva sute de localizări cunoscute, de-a lungul culoarelor vulcanice active de pe fundul oceanelor. (La această adâncime, apa nu fierbe, neputând să formeze bule de vapori din cauza presiunii masei de apă de deasupra.) Prin contrast, energia solară afectează fiecare parte din suprafața planetei, cu o intensitate de până la 1 000 de wați pe metru pătrat.

Am făcut această digresiune despre craterele din adâncul oceanelor pentru că ne oferă noi detalii despre cum funcționează evoluția. Un număr mai mic de specii

pe metru pătrat în adâncul marin, prin comparație cu o pădure puternic luminată, este exact ce ne-am aștepta. La suprafață, unde trăim noi, există mai multă energie care să alimenteze ființele. Ele se reproduc mai rapid și se ajunge astfel la o mai mare diversitate. În adâncul rece al oceanelor, viața abundă doar acolo unde există destulă energie care să alimenteze sistemul. Însă străfundurile nu asigură destulă energie pentru a susține și un mecanism de biodiversitate.

În anii 1990, când făceam spectacolul TV *Bill Nye, Tipul cu Știința*, am realizat un întreg episod despre biodiversitate (episodul nr. 9). La acea vreme, eram destul de convinși că cele mai diverse ecosisteme din lume nu se găsesc în mijlocul unuia dintre cele 292 de sisteme de râuri majore ale planetei. Nu se găsesc nici în oceanele puțin adânci, într-un recif de corali, să zicem. Ci se află, probabil, undeva la mijloc — în estuare, unde râurile se întâlnesc cu marea. De atunci încoace, s-a spus că cele mai diverse ecosisteme sunt în apropierea ecuatorului, în pădurile tropicale. În orice caz însă, cea mai mare diversitate este întâlnită acolo unde există apă proaspătă din belșug.

Când privești o fotografie a Pământului luată din spațiu, observi că cea mai întinsă suprafață continuă este oceanul. Așa că, în prima fază, ai putea crede că acesta este locul în care ai putea găsi aproape tot, cea mai mare biodiversitate. În plus, de vreme ce majoritatea dintre noi, majoritatea organismelor, sunt pline de apă lichidă, te-ai putea gândi că viața a început în ocean, fiind normal un astfel de rezultat ținând cont de tot timpul suplimentar pe care viața oceanică l-a avut la dispoziție.

Ar fi normal să întâlnești cea mai bogată biodiversitate oriunde în mare unde există lumină solară și un amestec suficient de nutrienți submarini. Dar, în general, oceanul nu găzduiește cele mai diverse ecosisteme.

Fără îndoială, recifele de corali atrag o diversitate uriașă. După ce am făcut scufundări în recifele de corali din Hawaii, în nord-vestul Pacificului și de-a lungul coastei californiene, îți pot spune că vei întâlni aici mai multe specii de pești decât poți numi într-o oră. Adesea mă gândesc la speciile pe care nu le pot vedea: bacterii, virusuri, celenterate transparente (meduze, cunoscute cândva sub denumirea de pești gelatinoși) și spongieri (bureți) care seamănă cu niște stânci. Întâlnești mii și mii de specii dacă înoți doar câteva lungimi de braț.

La fel, când am străbătut pădurile tropicale de-a lungul râului Sibun, în Belize, al râului Whirinaki, în Noua Zeelandă, și al râului Hoh, în Statele Unite, m-am minunat de cât de multe lucruri se petreceau în jurul meu. În astfel de locuri, observi că există nenumărate specii în jurul tău care roiesc, înmuguresc, vânează sau sunt vânate. Dacă mi-ai spune că acestea sunt cele mai biodiverse locuri de pe Pământ, te-aș crede.

S-ar putea să fi aflat pe propria-ți piele că apa sărată nu e de băut. Că te îmbolnăvește. S-ar mai putea să știi și că, în afara unor specii remarcabile, nu poți pune un pește de apă sărată în apă dulce și invers. Peștii vor muri. În școală, s-ar putea chiar să fi făcut un experiment clasic, prin care ai demonstrat ceea ce chimiștii numesc osmoză. Dacă dizolvi în oțet coaja a două ouă nefierte și apoi pui un ou intact, fără coajă, în apă distilată și pe celălalt în apă sărată, vei observa cum moleculele de apă sărată vor

străbate membrana spre mediul sărat. Oul din apa distilată se va scufunda. Cel din apă sărată se va zbârci și micșora. S-ar putea crede că această chimie a membranelor menține cele două tipuri de ecosisteme separate. Până la un punct, ele așa și rămân — cu excepția estuarelor.

În estuare, adică în locurile unde rețeaua de râuri curge în mare, se produce un amestec între diversitatea din apa dulce și diversitatea oceanului. În loc ca unul dintre aceste tipuri de sisteme să câștige sau să-l neutralizeze pe celălalt, ele colaborează. Explicația probabilă este că ecosistemele foarte diverse se pot adapta atunci când mediul din jurul lor se schimbă. Aceasta este o altă idee evoluționistă care poate fi testată, iar oamenii de știință au încercat să vadă dacă așa stau lucrurile — dacă ecosistemele diverse sunt, într-adevăr, per ansamblu, mai robuste.

Este posibilă cuantificarea rezistenței unui ecosistem prin măsurarea numărului și masei tuturor organismelor, înainte și după o schimbare majoră a condițiilor de mediu. Dacă se produce o secetă sau cade o cantitate neobișnuită de precipitații, ori dacă au loc variații bruște de temperatură, de la îngheț la caniculă, cu cât este un sistem mai divers, cu atât mai bine reușesc speciile din cadrul lui să supraviețuiască și să se reproducă. Iată ipoteza. Există două moduri de a o testa. Putem studia sistemele în care biodiversitatea mai întâi a scăzut și apoi a crescut sau putem face același tip de observații asupra ecosistemelor aflate la ambele capete ale spectrului. În ambele situații, teoria funcționează. O diversitate mai mare crește robustețea unui ecosistem. Asta explică bogăția întâlnită în cadrul estuarelor. Ambele ecosisteme, și cel cu apă sărată, și cel

cu apă dulce, sunt deja pline de specii. Rețeaua extinsă a vieții ajută organismele din apa sărată să se adapteze la o anumită cantitate de apă dulce, și pe organismele de apă dulce să se adapteze la o anumită cantitate de apă sărată. Diversitatea produce și mai multă diversitate.

Opusul pare, de asemenea, să fie valabil: locurile cu o diversitate scăzută sunt mult mai expuse riscului de a pierde din ea. Din păcate, nu e deloc greu să găsim locuri în care diversitatea a scăzut. Oamenii au făcut ravagii în atât de multe medii de pe glob, încât aproape că nu mai există arie naturală neexploatată. Ani de zile m-am cățărat pe munții din nord-vestul Pacificului și îmi amintesc că, atunci când ajungeam în vârful muntelui St. Helens, dacă priveam spre nord, către peisajul magnific al muntelui Rainier, vedeam un strat distinct de smog. Nu trebuie să ai nicio cunoștință despre poluarea aerului ca să înțelegi că smogul fusese purtat acolo dinspre iubitele noastre orașe Seattle și Portland. Fără discuție că populațiile de insecte zburătoare au fost afectate. Smogul le reduce numărul. În plus, și numărul de plante care pot crește în solul vulcanic de dedesubt se reduce, fiindcă trupurile moarte ale insectelor asigură mai puțin azot de care plantele să se atașeze. Peisajul este în continuare mirific, dar spectacolul nu mai este chiar atât de imaculat.

Dar dacă vrei cu adevărat să te îngrozești, fă o vizită unei Operațiuni de Hrănire a Animalelor în Spații Închise (unui CAFO[17]). Vai! Efectivul de animale este ținut închis

[17] În original, Confined Animal Feeding Operation (CAFO), este o definiție dată de guvernul S.U.A. fermelor care dețin peste 1 000 de capete de animale, crescute în spații închise pentru mai mult de 45 de zile pe an. (*N.t.*)

și hrănit special pentru a se îngrășa mai repede. Copitele lor distrug orice suprafață de pajiște. Excrementele otrăvesc tot ce curge în jur sau la vale. Și, bineînțeles, vitele sunt îndopate cu antibiotice pentru a suprima bolile care pot fi transmise cu ușurință de la un animal la altul, ceea ce conduce, la rândul său, la evoluția rapidă a acelor paraziți ai bolii și, pe cale de consecință, anulează eficiența acelorași antibiotice. Iar povestea continuă. În timp ce mâncăm carne, producem noi tulpini de boli și distrugem bazinele hidrografice. Sunt destul de convins că, înțelegând acest proces, putem să ne corectăm. Așa sper.

În fermele moderne de mari dimensiuni, întâlnim mii de hectare sau acri dintr-o singură cultură. În timp ce această „monocultură" facilitează agricultorilor și mașinilor agricole recoltarea, atunci când cultura este coaptă sau pregătită, acest lucru face şi ca respectiva cultură să fie mai predispusă la atacul unei singure boli sau al unui singur parazit. Dacă ești o molie de sfredelitor al porumbului[18], tu și roiul tău veți petrece din plin, consumând, cât e ziua de lungă, tulpinile și știuleții a milioane de plante de porumb, răspândite pe câteva mii de hectare. Acest lucru este valabil și pentru sistemele agricole construite de om, și pentru cele din natură. Când se instaurează o monocultură, aceasta devine vulnerabilă la probleme.

Adesea, ecosistemele forestiere — în special sistemele forestiere din zonele temperate — par a fi monoculturale. Din aer, vestul Canadei arată, de exemplu, ca o întindere uriașă de brazi. Există însă o diferență importantă și

[18] Denumirea științifică: *Ostrinia nubilalis*. Dăunător polifag, care atacă mai multe plante, printre care porumbul și ardeiul. (*N.t.*)

deloc subtilă între uriașele arboreturi[19] perene, naturale și plantațiile de copaci sădite de om: vârsta. În arboreturile naturale există copaci de toate vârstele. Cei bătrâni sunt înalți; cei tineri, mici. Și mai important, copacii căzuți asigură nutrienții necesari generației următoare. În solul pădurii există sisteme microbiene care susțin sistemul de rădăcini al copacilor vii, în procesul de fotosinteză și de creștere. În această pădure aparent uniformă, există o biodiversitate nevăzută uriașă.

Primăvara, în regiunea Pacific Northwest, polenul cade în straturi atât de groase, încât arată ca o perdea galbenă de ceață. Chiar și dacă nu ești alergic, simți cum polenul îți inundă sinusurile. Deși pare că avem de-a face cu o monocultură de specii, acest lucru nu este valabil și pentru vârsta sau stadiul de descompunere al pădurii. Este destul de ciudat să te plimbi prin Alpine Lakes Wilderness[20] și să vezi cum un copac tânăr după altul cresc direct din trunchiurile prăbușite sau din rămășițele altor copaci bătrâni. Potrivit unei fermecătoare tradiții, baza oferită de copacul mort se numește buturuga doică. Ea își hrănește progenitura. În situațiile în care copacul a fost doborât de mâna omului, expresia de „buturugă doică" are o semnificație ironică.

Oamenii de știință au efectuat teste remarcabile care arată efectul biodiversității. Pe niște câmpuri goale, într-o zonă, au plantat preponderent monoculturi de iarbă și, pe un alt câmp, au cultivat un sortiment de iarbă cu

---

[19] Arboret: porțiune de pădure cu vegetație omogenă, deosebită de restul zonei forestiere. (*N.t.*)

[20] Zonă de 1 676 km2, stabilită în anul 1976 în statul Washington, USA. (*N.red.*)

specii de zece ori mai diversificate. În primii câțiva ani, câmpurile cu monoculturi arată o dezvoltare foarte mare. La început, pare că monocultura produce mai multă materie vegetală, mai multă „biomasă", cum se zice, decât culturile diversificate. Dar, după câțiva ani, în jur de un deceniu, terenurile cu specii diverse de iarbă câștigă lupta, producând mai multă biomasă și plante mai sănătoase decât monoculturile — iar, ca efect, un grup mai sănătos de animale care se hrănesc cu acea iarbă.

Aparent, acest lucru se datorează faptului că diversitatea sporește capacitatea unui ecosistem de a asimila schimbările produse de vreme, de climă sau de introducerea unor noi specii. Iată un exemplu mai simplu. Să zicem că avem o pajiște monoculturală și una diversificată. Pe o pajiște diversificată, speciile diferite de ierburi și flori produc polen la un interval anual ușor diferit, producția de semințe și de polen variind cu câteva zile sau chiar săptămâni. Polenizatorii, precum liliecii, păsările și albinele, au de lucru în mod constant. Ei vor rămâne în zonă pentru fiecare ciclu al producției de polen. Pe de altă parte, pe pajiștea monoculturală, unde tot polenul ierbii este produs în același timp, este probabil să existe mai puțini polenizatori. Populațiile de lilieci, albine și păsări nu se pot susține singure între ciclurile de abundență ale nectarului și polenului. Iarba, păsările, albinele și liliecii suferă toate câte puțin. În absența diversității, fiecare specie este mai puțin reușită. Diversitatea asigură durabilitatea.

Impactul oamenilor asupra mediului înconjurător poate fi observat zilnic. Umplem planeta de gunoaie: obiectele din plastic de-a lungul autostrăzilor, mirosul

de la gropile de gunoi, acidul carbonic (format din dizolvarea dioxidului de carbon în apă) albește recifele de corali, suprafețe uriașe din China și din Africa se deșertifică (după cum s-a observat repede pe imaginile din satelit) și o întindere imensă de deșeuri din plastic plutește în Oceanul Pacific. Toate acestea sunt dovezi directe ale efectului nostru asupra lumii. Ucidem alte specii într-un ritm de una pe zi. Se estimează că oamenii provoacă dispariția speciilor într-un ritm de cel puțin o mie de ori mai mare decât cel natural.

Mulți oameni susțin în mod naiv (și câțiva, probabil, în mod parșiv) că dispariția speciilor nu este importantă. La urma urmei, putem constata în registrul fosil că aproximativ 99% dintre speciile felurite de organisme, care au existat vreodată, sunt acum dispărute pentru totdeauna, și noi ne descurcăm astăzi de minune. Ce mare lucru dacă noi, ca parte a ecosistemului, ucidem mai multe specii de organisme? Ucidem și noi lucrurile de care nu avem nevoie sau pe care nu le remarcăm.

Problema cu această concepție este că deși, într-un fel, putem ști ce se va alege sau ce s-a ales în mod individual de o specie, nu putem fi siguri ce se va întâmpla cu ecosistemul nativ al acelei specii. Nu putem anticipa comportamentul unui sistem întreg, complex și interconectat. Nu putem ști ce va merge corect sau greșit. Cu toate acestea, suntem absolut convinși că reducând sau distrugând biodiversitatea, lumii noastre îi va fi mai greu să se adapteze. Fermele noastre vor fi mai puțin productive, apa noastră mai murdară și peisajele mai pustii. Vom avea mai puține resurse genetice pentru medicamente, procese industriale sau viitoare culturi agricole.

Biodiversitatea este un rezultat al procesului de evoluție și este, în același timp, o plasă de siguranță care sprijină continuarea acestui proces. Pentru a ne transmite propriile gene mai departe și a permite urmașilor noștri să ducă o viață lungă și prosperă, trebuie să inversăm tendința actuală și să conservăm biodiversitatea cât mai mult posibil. Dacă nu vom face asta, ne vom alătura curând registrului fosil cu specii dispărute.

13

REGISTRELE FOSILE ȘI EXPLOZIILE

Când oamenii vorbesc despre formele de viață primitivă, ei amintesc frecvent de „registrul fosil". Dar să fim clari: registrul fosil nu este un registru imaculat. Nu a existat nimeni care să pășească într-un studio și să pregătească metodic niște înregistrări, așa cum fac formațiile rock-and-roll cu albumele lor. Dovezile încorporate în rocile Pământului seamănă mai degrabă cu o înregistrare făcută cu un microfon stricat, peste care formația a imprimat și restul cântecelor. În plus, după ce au terminat, au pierdut aproape toate versiunile finale. Majoritatea organismelor nu ajung niciodată să fie fosilizate, iar cele mai multe dintre fosile sfârșesc în locuri imposibil de descoperit. Este impresionant faptul că paleontologii au reușit să reconstituie viețile individuale ale plantelor și animalelor. Este absolut uimitor că au descoperit destule fosile încât să deducă larga expansiune a avânturilor și prăbușirilor evoluției — inclusiv a unui episod nebun de inovație, care a condus la toate animalele mari care trăiesc astăzi.

Să facem un pas în spate și să ne gândim puțin la ce presupune să devii fosilă. Întâi și-ntâi, trebuie să fii îngropat. Nu știu ce părere ai tu, dar eu prefer să mor înainte. Însă, din perspectiva unui vânător de fosile, cu cât o ființă decedată zace mai puțin timp în soare, sau este spălată de valurile mării, sau ciugulită de păsări cu

ciocuri hrăpărețe, cu atât mai bine. Oricât de înfiorător ar suna, pentru un paleontologist cel mai bun lucru care se poate întâmpla este ca specimenele să fie îngropate de vii. Pentru o îngropare eficientă, locul de veci al organismului trebuie să fie, în general, umed. Apoi, nisipul sau solul umed trebuie să se usuce complet, astfel încât microorganismele să determine putrezirea rămășițelor. După care, trebuie să zacă acolo ani și ani la rând, de regulă câteva milioane, în vreme ce mineralele pătrund încet și transformă structura cândva vie în piatră.

Această extraordinară succesiune de evenimente produce aproape cel mai incomplet tip de registru imaginabil. Aproximativ toate animalele și plantele care au trăit vreodată au dispărut fără urmă. Să presupunem că o fosilă a fost perfect conservată, dar apoi a căzut victimă subducției (scufundării) uneia dintre plăcile tectonice de dimensiuni continentale ale Pământului. Asta ar însemna că a devenit o parte componentă a mantalei magmatice. Că s-a topit în roca lichefiată. Amprenta fosilă a dispărut așa cum dispare o sculptură de gheață a doua zi după-amiază, după o petrecere a corporatiștilor.

Doar prin niște întâmplări extrem de neobișnuite putem să găsim urme ale trecutului. De aceea, când sunt descoperite fosile noi (sau oare sunt vechi?) este un eveniment palpitant. Trebuie să ții cont și că, probabil, este mai ușor să găsești fosile mai mari. Un femur de tyrannosaurus este mai ușor de descoperit decât degetul de la picior al unui animal de dimensiunile unui porumbel, chiar și atunci când au fost conservați în același strat fosil. Acest efect de selecție s-ar putea să fi influențat interpretarea noastră despre ecosistemele dinozaurilor. S-ar putea să

concluzionăm că dominația era exercitată de creaturile mari, când e posibil să fi existat un mare număr de animale mai mici care, pur și simplu, să nu figureze între excavările noastre din timpul dinozaurilor.

Cu cât săpăm mai adânc, cu atât descoperim animale și plante mai străvechi. Putem urmări dezvoltarea anumitor specii cale de milioane de ani. Fosilele de trilobiți sunt atât de numeroase încât oamenii de știință reușesc să le clasifice în ordine, subordine, familii, subfamilii și așa mai departe, până la nivelul claselor și al speciilor, așa cum fac biologii cu ființele în viață. Putem identifica descendența trilobiților până în urmă cu 250 de milioane de ani. Trilobiții îmi amintesc de crabi și homari. Ei aveau niște cochilii puternice, care și-au păstrat forma și după ce au fost îngropate și transformate încet în piatră. Când ieșeam la plimbare prin centrul statului New York, găseam fosile de trilobiți la tot pasul. Pe de altă parte, există pe Pământ relativ puține fosile de animale cu trup moale. Când descoperim, de exemplu, fosilele unor rinoceri străvechi, nu găsim aproape niciodată și fosilele urechilor lor. Lucrurile moi tind să se descompună, în loc să se fosilizeze.

Există câteva exemple importante de fosile care includ și părțile moi, și cele dure din corpul unor creaturi dispărute cu mult timp în urmă. Ele ocupă un loc important în istoria descoperirilor fosile și în istoria ideii noastre despre evoluție. Mă refer la fosilele găsite în ardezie, acea rocă sedimentară din care se făceau pe vremuri tablele din sălile de clasă. Ardezia descoperită în Structura de Șisturi Burgess, din Canada, este foarte bine cunoscută, pentru că fosilele sunt absolut perfecte și pentru

că ele acoperă o perioadă cu adevărat extraordinară din istoria Pământului.

În 2005, când realizam o emisiune de televiziune despre marile descoperiri științifice, am avut minunata ocazie de a ține în mână câteva fosile Burgess. Acestea sunt uimitoare, cu urme argintii și linii conservate în straturile foarte fine, aproape negre de rocă. Aceste roci solide pot fi despicate cu ușurință în straturi perfecte, netede, distincte și clare. Pasionații de roci reușesc să desfacă cu pricepere, delicat, bucățile de șist, folosindu-se de atotprezentele lor ciocane, așa cum ar deschide paginile unei cărți. Zona Burgess se află în Cariera Wallcott din Columbia Britanică. Acum, face parte din Munții Stâncoși Canadieni, dar, în urmă cu vreo 500 de milioane de ani, în Perioada Cambriană, denumită astfel după o regiune din Țara Galilor, din Marea Britanie, aparținea unui val uriaș de pământ și unui recif oceanic străvechi. (Printr-o lungă tradiție, perioadele geologice își trag numele de la locurile în care au fost pentru prima dată descoperite sau catalogate. Este o coincidență că atât Țara Galilor, cât și zona Burgess au făcut cândva parte din Imperiul Britanic.)

Analizând lucrurile cu atenție, paleontologii au făcut presupunerea că, în timpuri străvechi, un uriaș val de pământ a cedat brusc. S-a prăbușit sau a alunecat extrem de rapid și a îngropat, în câteva clipe, nenumărate creaturi marine, sub o aluviune fină de nămol și apă de mare. Nu există în cadrul Structurii de Șisturi Burgess nicio dovadă că vreo creatură a încercat să scape sau să se dezgroape. Probabil au fost imobilizate și sufocate într-o fracțiune de secundă. Dacă te gândești prea mult la acele clipe, poate

fi înfricoșător. Însă pentru noi, care învățăm despre locul nostru în procesul evoluției și despre progresul vieții pe Pământ, este o descoperire extraordinară. În niciun alt sit de excavație, explorat vreodată, nu s-au găsit fosile de o așa înaltă calitate precum în Structura de Șisturi Burgess, iar acest lucru se datorează, se pare, faptului că nămolul era atât de fin granulat.

Structura de Șisturi Burgess este plină de zeci de trupuri și cochilii de animale, frumos conservate, necunoscute oamenilor de știință până în momentul descoperirii straturilor de ardezie de către paleontologul Charles Wolcott, în 1909. Totuși, vârsta și importanța acestor fosile nu a fost apreciată decât după 1966, când un grup de cercetători a reexaminat situl și a identificat corect vârsta și diversitatea de organisme conservate acolo. Fotografiind, înregistrând și lustruind cu atenție imaginile captivilor din ardezie, un strat fin după altul, cercetătorii au reușit să reconstituie dimensiunea și forma creaturilor străvechi. Ei au realizat că au sub ochii lor niște animale care înotau ciudat, mergeau ciudat și își capturau prada în niște moduri pe care mulți le credeau imposibile. Ce animal cunoști tu, de exemplu, care are cinci ochi — două perechi și un altul în mijloc — așa cum a avut cândva Opabinia? Creierul ei sau al lui trebuia să proceseze imaginile într-un fel pe care noi, ca ființe cu un număr egal de ochi, nu ni-l putem imagina. Și ce zici de un animal atât de bizar încât experții internaționali i-au dat numele de *Hallucigenia*, pentru că li s-a părut că au vedenii.

Unii biologi evoluționiști au susținut ideea că abundența de fosile conservate în ardezie, din această

perioadă a Cambrianului, acum aproximativ 500 de milioane de ani, demonstrează faptul că viața de pe Pământ a fost cândva mult mai diversă decât cea actuală, însă majoritatea biologilor nu sunt de acord. Prezumția cea mai rezonabilă este că aceste creaturi ciudate au apărut prin selecție naturală, însă structura organismelor lor s-a dovedit deficientă pe termen lung. Ele au fost întrecute de animale mai recente și de strămoșii acestora, pe care îi întâlnim astăzi. Astfel, aceste arătări bizare au dispărut din straturile ulterioare ale registrului fosil.

Gândindu-mă la aceste animale, ele nu mi se par — mie — foarte diferite de cele întâlnite în ziua de azi, dacă acceptăm ideea că fiecare apendice și fiecare organ a slujit cândva acelor animale și, într-o formă modificată, slujesc și creaturilor nevertebrate din zilele noastre. Și totuși, ne putem uita la aceste creaturi și concentra pe trăsăturile specifice care le diferențiază atât de drastic de toate celelalte ființe înotătoare din jurul nostru. Ele provin dintr-o lume submarină străveche, complet străină pentru noi.

Fosilele Burgess sunt unice prin felul în care au conservat viața din Cambrian, dar pentru mine nu e ceva uluitor în faptul că acest sit este extraordinar. În primul rând, în natură, este dificil să produci fosile și extrem de dificil să găsești fosile de trupuri moi pentru orice perioadă geologică, să fie clar. Mi se pare logic că, dacă am ști unde să căutăm, am găsi și alte animale și plante extraordinare, conservate în registrul fosil. La urma urmei, două treimi din lumea noastră se află sub apă. Îmi imaginez că există alte nenumărate aluviuni bogate în fosile, despre care nu vom afla niciodată pentru că se află adânc sub apă, îngropate sub straturi de grohotiș moderne sau chiar

foarte recente. Structura de Șisturi Burgess a fost descoperită la mai bine de cincizeci de ani după momentul în care Darwin și-a publicat lucrarea fundamentală. Mă gândesc că există o sumedenie de alte locuri de explorat.

Pe lângă aceste fosile uimitoare, Structura de Șisturi Burgess este remarcabilă pentru era vieții despre care depune mărturie — o perioadă de inovație evolutivă, numită „Explozia Cambriană". Pe parcursul a 20 de milioane de ani, numărul de specii noi de fosile găsite în întreaga lume a crescut de douăzeci de ori. Această explozie de diversitate este adesea prezentată ca un mare mister evolutiv. Creaționiștii, în special, vorbesc adesea despre Explozia Cambriană ca și cum s-ar fi petrecut într-o clipă. Iată, pentru mine, un alt exemplu extraordinar de ignoranță sau de gândire critică limitată.

Întâi și-ntâi, vreau să mă leg de cuvântul *explozie*. Am asistat în cariere de piatră la momentele în care inginerii și tehnicienii, ei bine, au... aruncat unele chestii în aer. O detonare tipică, sau o secvență de explozie, implică câteva mii de încărcături și durează mai puțin de treizeci de secunde. Când o secvență durează milioane și milioane de ani, oare mai e cazul s-o numim explozie? Pentru timpul geologic, 20 de milioane de ani nu înseamnă foarte mult, însă nici nu seamănă cu cele câteva milisecunde dintre exploziile unei detonări, într-o carieră de piatră. Este o perioadă uriașă.

În plus, oare diversitatea vieții de pe Pământ a crescut într-adevăr de douăzeci de ori, sau registrul fosil nu ne dezvăluie prea multe despre trecutul în care organismele încă nu-și dezvoltaseră cochilii dure și nu sunt conservate astfel corespunzător în rocile solide, sub formă

de fosile? Explozia Cambriană seamănă (sau a semănat) cu umflarea unei saltele cu aer. După ce unele organisme marine și-au dezvoltat cochilii dure, nu e de mirare că aceste creaturi au avut succes și s-au diversificat. Dacă ar fi să pompezi într-o chestie vreme de 20 de milioane de ani, e de așteptat să crească în volum, nu?

Pentru mine, ideea că a existat cândva mai multă diversitate decât în zilele noastre mi se pare rezonabilă, dar nu și probabilă. Au existat extincții în masă (mai multe despre ele, în capitolul următor), dar nu mi se par, dacă-mi permiteți, destul de masive încât să ne conducă spre această concluzie. În aceeași ordine de idei, Explozia Cambriană mi se pare mai degrabă un artefact fosilier, găsit în straturile de rocă de acum vreo 20 de milioane de ani, decât un generator real, foarte rapid, de diversitate a speciilor. În schimb, a existat o creștere a dimensiunilor și robusteții cochiliilor creaturilor marine nevertebrate, ale căror fosile au fost astfel mai bine conservate decât animalele și plantele care le-au precedat. Sigur că s-ar putea să greșesc. Te rog să investighezi chestiunea asta pe cont propriu și să tragi singur concluziile.

În general, dificultatea cu care se produc fosilele garantează faptul că registrul fosil va fi plin de interstiții (sau, să zicem, de „salturi", așa cum ar face tinerii DJ sau moșnegii obișnuiți cu discurile de vinil). Nu poate fi altfel. Cu cât un organism este mai mic, cu atât are corpul mai moale și, cu cât a trăit mai demult, cu atât e mai probabil să fi căzut într-unul dintre acele interstiții. Extraordinar nu este faptul că nu avem mai multe exemple de genul Structurii de Șisturi Burgess; extraordinar

este că avem chiar și un singur specimen conservat aproape perfect.

Ne așteaptă multe alte secrete, gata să iasă la lumină. Cercetătorii care analizează colecțiile existente și pasionații de roci, care se cațără astăzi pe stânci, extind continuu registrul fosil. Pe măsură ce înaintăm în viitor, învățăm din ce în ce mai multe despre trecut. Cu fiecare zi ce trece, ne rămâne mai puțin de trăit și, totuși, în fiecare zi obținem accesul la o perioadă din ce în ce mai mare a timpului evolutiv. Sper sincer că unul dintre voi (sau chiar eu), după ce citește aceste rânduri, va găsi o fosilă — sau va deveni cândva o fosilă — în așa fel încât registrul lăsat urmașilor noștri să fie tot mai complet.

14

TU ȘI EXTINCȚIILE ÎN MASĂ

În timpul dezbaterii cu creaționistul Ken Ham, în Kentucky, am estimat că există aproximativ 16 milioane de specii de viață pe Pământ. Ce s-ar întâmpla dacă, brusc, 14 milioane dintre ele ar dispărea? Pare greu de crezut, seamănă cu o superproducție distopică de vară, de la Hollywood? Și totuși, fix asta pare să se fi întâmplat, de cel puțin cinci ori în ultima jumătate de miliard de ani. În toate cazurile, un eveniment catastrofal (sau o combinație de evenimente) a ucis 90% din creaturile marine și de uscat, cât ai clipi din ochi — cel puțin, din punct de vedere geologic. În afară de originea vieții, extincțiile în masă sunt cele mai dramatice și mai misterioase episoade din istoria Pământului.

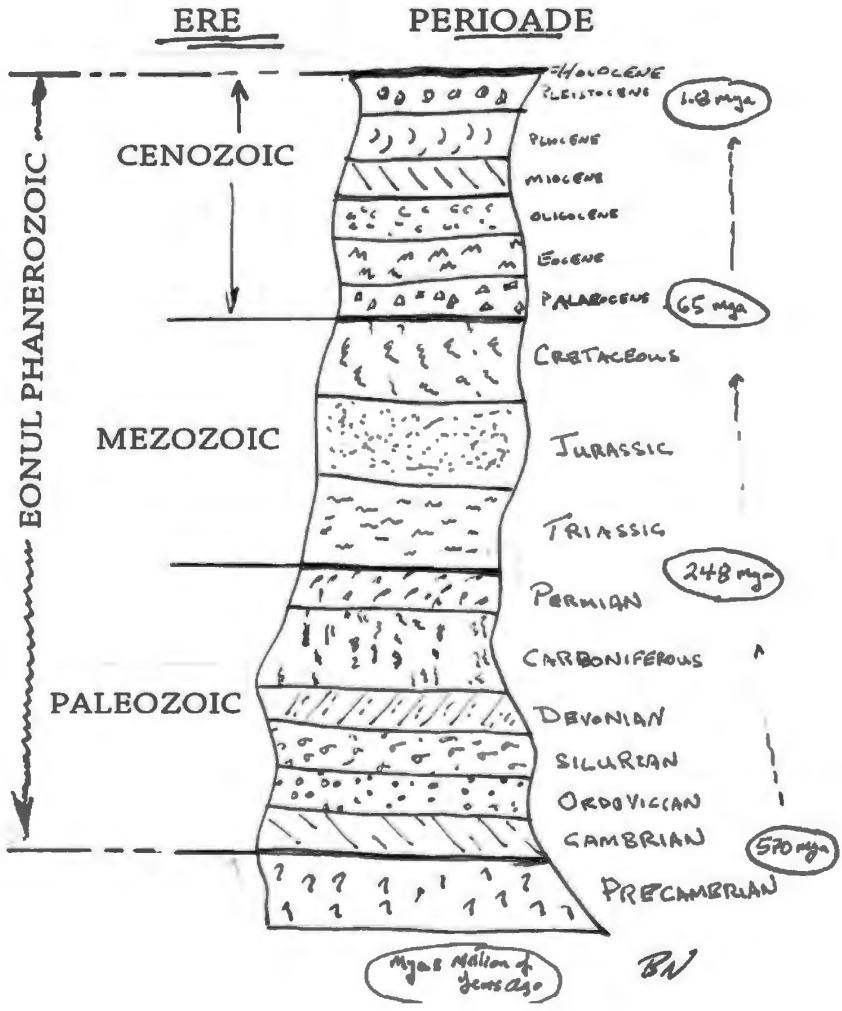
Cele mai bune dovezi pentru extincțiile în masă se găsesc în cadrul rocilor care alcătuiesc, sau au alcătuit, fundul oceanului. Oamenii de știință pleacă pe mare cu ajutorul unor dispozitive masive, dar elegante, pentru a extrage eșantioane cilindrice din solul oceanului, acolo unde sedimentele se depun cu oarecare regularitate. Și, după ce se depun, sedimentele nu mai sunt afectate prea tare de vreme. Nu există vânturi, ploi sau cicluri îngheț-dezgheț. Pământul are 4,54 de miliarde de ani. Crusta i s-a crăpat în mod repetat, s-a deplasat, s-a topit și s-a reformat. Am pierdut cea mai mare parte

din extraordinara istorie îndepărtată a planetei noastre. Totuși, încuiate în sedimentele străvechi, au rămas câteva dovezi ale celor cinci episoade de extincție.

Una dintre marile provocări ale reconstituirii extincțiilor în masă este înțelegerea a ce s-a întâmplat atunci. La fel cum organismele au fost organizate într-o ierarhie divizionară — domeniu, regn, încrengătură, clasă, ordin, familie, gen și specie —, și geologii au împărțit lunga istorie a planetei în eoni, ere, perioade, epoci și vârste. Pe măsură ce biologii au înțeles mai bine relațiile dintre organisme, au adăugat și alți termeni, precum subordinele și subspeciile. În aceeași manieră, și geologii folosesc uneori termenul de *supereon*, pentru a descrie istoria Pământului de dinainte de Cambrian, de la formarea planetei până în Precambrian.

Ai auzit probabil de denumirile de Eră Mezozoică, de Perioada Jurasic și de Epoca Pietrei. Aceste expresii provin din geologie. Timp de șapte optimi din istoria Pământului — practic, pentru cea mai mare perioadă a ei — organismele nu și-au făcut decât înviorarea. Cea mai mare parte a vieții a fost reprezentată de organisme cu o singură celulă sau de animale relativ simple și cu trupul moale. Abia în ultimii 500 de milioane de ani au început să se petreacă lucrurile cu adevărat importante. Aproape toate organismele de care ai auzit vreodată, de la trilobiți la dinozauri și oamenii de Neanderthal, au apărut în acest interval. Întreaga perioadă de timp este considerată acum a face parte dintr-un singur eon geologic, care poartă senzaționalul nume de Eonul Phanerozoic (din termenul grecesc pentru eonul vizibil, care poate fi observat). Phanerozoicul se împarte, la rândul lui, în

trei ere geologice: Paleozoic, Mezozoic și Cenozoic. Noi trăim în cadrul celei din urmă. Numele lor înseamnă, în mare, animale vechi, animale intermediare și animale noi (unde intrăm și noi). În cele din urmă, aceste ere sunt și ele împărțite în epoci. A noastră se cheamă Holocen



sau Epoca „recentă", acoperind doar ultimii 10 000 de ani — aproximativ 1/500 000 din întreaga istorie a planetei. Am făcut și o schiță.

Toate aceste denumiri și datări sunt esențiale pentru paleontologii care analizează istoria evoluției. Ei au cercetat cu atenție dovezile fosile existente și au estimat numărul ființelor de pe Pământ, în special din oceane, care au trăit în ultimii 500 de milioane de ani. În timpul acestui proces, au descoperit unele intervale relativ scurte de timp în care gradul de diversitate a scăzut brusc. Acestea corespund extincțiilor în masă. Voi vorbi aici despre cele cinci pe care le cunoaștem mai bine. Însă sper că, în curând, vom realiza cu toții că există și o a șasea extincție în masă, cea care se produce chiar acum.

Cea mai veche extincție în masă se numește Ordovician-Silurian, de la denumirea perioadelor geologice în care a avut loc (acum 444 de milioane de ani). Atunci au dispărut aproximativ 85% dintre speciile oceanice. În acele vremuri, nu exista viață pe uscat. Oceanul era locul unde se petrecea toată acțiunea. Ca amploare, a fost a doua cea mai mare extincție în masă. Apoi, a existat extincția din Devonianul târziu, acum circa 364 de milioane de ani. Atunci au dispărut aproape jumătate din plantele și animalele de pe Pământ.

Cel mai traumatizant episod din istoria vieții din Phanerozoic a fost extincția Permian-Triasic, petrecută acum 251 de milioane de ani. În calitate de tânăr inginer, am lucrat în Bazinul Permian din Texas. Nu mi-a fost greu să observ cochiliile străvechi de scoici printre instalațiile de pompare a petrolului, la care lucram. Este același Permian de care poate ai auzit dacă ți-a plăcut

serialul de televiziune *Friday Night Lights*[21], despre catastrofa care este fotbalul de liceu din vestul Texasului. Din câte ne putem da seama, Pământul a pierdut, pe parcursul extincției Permian-Triasic, aproximativ 75% din totalul speciilor. Gândește–te puțin! În cele din urmă, doar 25% din tot ce exista în viață a supraviețuit. Noi doi suntem descendenții acelei norocoase minorități de 25 de procente.

În locul în care am mers eu la facultate, în centrul statului New York, nu este prea greu să te plimbi prin frumoasele chei de ardezie săpate de șuvoaie și să găsești fosile de trilobiți. Într-o săptămână, poți găsi o duzină. Este înviorător și remarcabil să realizezi că trilobiții au trăit aici acum 250 de milioane de ani, din Cambrian, până în Permian. Și, cu toate astea, au dispărut cu toții, până la ultimul. Aș prefera să nu pățim la fel, cel puțin până nu mai trec câteva perioade. Pe de altă parte, extincția Permian-Triasic a eliberat terenul pentru ascensiunea dinozaurilor. Asta arată cât de puternice sunt organismele vii, cât de ușor își pot reveni... dacă au la dispoziție destul timp, timp, timp.

Apoi, avem extincția de la Sfârșitul Triasicului, de acum 200 de milioane de ani. Pe parcursul acestei perioade, se pare că au dispărut aproape jumătate dintre speciile de pe Pământ. Ajunși în acest punct al poveștii, pare aproape o rutină.

În cele din urmă, ajungem și la cea mai cunoscută și semnificativă extincție în masă, extincția Cretacic-Paleogen, de acum 66 de milioane de ani.

[21] *Luminile de vineri seara*, serial american, produs între anii 2006 și 2011. (*N.t.*)

Geologii preferă să utilizeze litere simple pentru a desemna perioadele geologice. Cine n-ar prefera? Nu-ți mai răcești atât gura. Pe măsură ce facem trecerea de la trecutul îndepărtat către cel mai recent, avem deja două perioade care încep cu litera C, Carboniferul și Cambrianul, pentru care se folosesc acronimele C și C-. Astfel, Cretacicul a fost abreviat drept K, iar prăpădul dintre Cretacic și Terțiar a ajuns să fie denumit extincția K-T. Litera K are pedigree adevărat: provine de la Kreide, cuvântul german pentru cretă, de unde, de altfel, și-a obținut denumirea și Cretacicul. Mai recent, geologii au atribuit perioadei timpurii a Terțiarului un nume mai specific — Paleogen. Așa că noi, la începutul secolului XXI, marcăm, în registrul geologic, trecerea dintre Cretacic și Paleogen. Extincția în masă care i-a afectat și pe dinozauri se numește, în formă abreviată, extincția K-Pg.

Potrivit vechii denumiri, dar și a celei noi, această extincție a fost evenimentul dramatic care a marcat sfârșitul epocii dinozaurilor (deși îmi place să le reamintesc oamenilor că suntem în continuare înconjurați de urmașii moderni ai dinozaurilor cu pene — de păsări). Acest eveniment este faimos printre toți cei cu inima tânără, care sunt fascinați de dinozauri. De asemenea, deloc întâmplător, el a deschis drumul pentru epoca mamiferelor. A făcut loc pentru noi.

Nu putem fi complet siguri ce anume a cauzat aceste extincții în masă, dar avem nenumărate indicii excelente. La fel de important, avem o multitudine de modele matematice ale climei Pământului. Ne dăm toată silința să estimăm de ce ar fi nevoie pentru producerea unor catastrofe de asemenea magnitudini. Analizăm rocile,

fosilele și structurile chimice. Facem calcule și oferim ipoteze foarte întemeiate despre ce s-a întâmplat. Studierea trecutului este de foarte mare ajutor; ne îngăduie să facem predicții mai bune despre ce s-ar putea petrece din nou pe Pământ, chiar foarte curând.

De asemenea, avem acces mult mai direct la prezent și la locurile actuale. Privind Pământul din spațiu, cu ajutorul sofisticaților noștri sateliți actuali, putem observa climatul pe măsură ce se schimbă. Și nu doar atât, putem compara climatul Pământului cu cele ale planetelor din imediata vecinătate, Marte și Venus. Putem deduce exact de ce anume ar fi nevoie pentru a modifica clima unei planete atât de radical și într-un interval atât de scurt, încât jumătate sau majoritatea organismelor să moară și să dispară.

Adunăm indicii adiționale, studiind Pământul ca pe un complex sistem viu, ca pe un ecosistem de dimensiuni planetare. Dacă te gândești la unul dintre ecosistemele în care ai trăit vreodată — o pădure, un oraș sau poate ai navigat o vreme pe ocean — poți înțelege că aceste sisteme sunt complicate. Organismele interacționează cu mediul lor în nenumărate feluri. Când mediul înconjurător se modifică subit, se modifică și ecosistemele. Pe când lucram la Boeing, am petrecut multe ore minunate plimbându-mă și făcând cățărări în zona Seattle. În partea vestică montană a Americii de Nord, poți urca sau depăși unele zone în care în ultimele secole s-au petrecut multe alunecări de stânci. Poți observa diferențele radicale din viața florei și faunei sălbatice, dintre vârful alunecării către baza sau fruntea alunecării și delimitările neafectate, unde flora și fauna duc cam aceeași viață pe care o

aveau și înainte ca rocile desprinse să se prăbușească și să mărture la vale o mulțime de organisme.

Extincțiile în masă se aseamănă, probabil, cu niște alunecări de stânci la nivel global. Ce ar putea cauza un asemenea fenomen? Pentru mine, există două răspunsuri pe care mi le pot imagina imediat. La fel și geologii.

Primii potențiali declanșatori ai extincțiilor sunt vulcanii. Dacă ai ocazia, îți recomand cu tărie să vizitezi Monumentul Vulcanic de pe muntele St. Helens, din statul Washington, din S.U.A., unde ecosisteme întregi au dispărut când muntelui i-a explodat vârful, pe 18 mai 1980. Într-o clipă, au fost ucise nenumărate păsări, pești, insecte și sute de animale mari, precum cerbii, șoarecii de câmp și ratonii. Urmele lor fie au fost îngropate sub miile de tone înghețate și stâncoase de nămol, fie au ars complet, transformate în cenușă. Dacă poți, vizitează Hawaii, pentru a vedea vulcanii acestui stat cum eliberează rocă roșie, topită. Nimic nu poate opri curgerea lavei; incinerează totul în cale. Imaginează-ți câteva zeci sau sute de vulcani care scuipă foc și cenușă peste arii enorme din suprafața planetei. Rezultatul ar putea însemna o schimbare atât de bruscă în atmosfera Pământului, încât niciun organism și, în special, niciun sistem complex de organisme nu ar putea supraviețui.

Știm când au avut loc erupții vulcanice pentru că scurgerile uriașe de lavă rezultate sunt încă vizibile. Aceste explozii de vulcanism sunt compuse dintr-o rocă distinctă, numită bazalt. Când aceasta se răcește, formează adesea blocuri enorme, cu unghiuri drepte, asemenea unor cristale uriașe de sare de masă. Scurgerile de lavă sunt atât de expansive încât geologii le numesc

inundații de bazalt. S-ar putea ca astfel de scurgeri uriașe să se fi petrecut sub nivelul mării — ca în cazul giganticului Platou Kerguelen din sudul Oceanului Indian — și să fi provocat o schimbare radicală a chimiei atmosferice și oceanice. O revărsare gigantică de lavă petrecută pe teritoriul actual al Siberiei este în prezent considerată a fi cea mai bună explicație pentru devastatoarea extincție Permian-Triasic. Cercetătorii învinovățesc tot vulcanii și pentru extincția de la Sfârșitul Triasicului. Dar te rog să reții: investigăm un foarte, foarte vechi loc al crimei.

În regiunea Deccan din India de astăzi, există o zonă imensă cu roci vulcanice. Ea este delimitată de coastele de est și de vest ale Indiei și de munții Vindhya. Decopertarea acestor straturi de rocă seamănă cu treptele unei scări și, cum denumirea scandinavă pentru trepte este *trapp*, prescurtat trap, ea a fost adoptată de geologi. În Treptele Deccan găsim mai multe straturi de rocă, care acoperă o suprafață de 500 000 de metri pătrați (200 000 de mile pătrate). Acestea conțin 1,2 kilometri cubi de lavă. A fost o erupție sau o serie de erupții dată naibii.

Între straturile de lavă solidificată din Treptele Deccan există straturi de sedimente depuse de mările străvechi. Datarea geologică a acestor straturi arată că acestea s-au format în urmă cu 60 și 68 de milioane de ani și că erupția (erupțiile) a atins apogeul acum 65 de milioane de ani — aproximativ în aceeași vreme în care vechii dinozauri și-au cunoscut sfârșitul.

S-ar putea oare să existe vreo legătură între aceste revărsări de bazalt și dispariția dinozaurilor? Unii geologi, precum Gerta Keller, de la Universitatea Princeton, susțin asta cu tărie. După ce a efectuat niște cercetări de

teren în acea zonă, ea a declarat: „Este prima dată când putem conecta direct faza principală a Treptelor Deccan de extincția în masă." Se referea la vechii dinozauri și la celelalte.

După ce a studiat fosilele din sedimentele străvechi din apropierea Treptelor Deccan, ea a observat că biodiversitatea foraminiferelor (o clasă largă de microorganisme acvatice) a suferit o turnură în perioada imediată erupțiilor. Aparent, au existat cel puțin niște extincții locale importante. Vulcanii puternici care au construit Treptele Deccan trebuie să fi răspândit gaze toxice și să fi creat straturi uriașe de praf atmosferic; aceste emisii au refractat lumina solară în spațiu, determinând, într-o anumită măsură, răcirea Pământului. Pe parcursul acestor episoade, vulcanii au expulzat tone de gaze cu efect de seră, încălzind rapid globul. Schimbarea climei s-a făcut cu biciul.

Chiar și dacă schimbarea geologică ar fi luat o formă mai puțin violentă, tot ar fi fost devastatoare pentru viață. De exemplu, deriva continentelor și a țărmurilor s-ar putea să fi provocat trecerea globală a climei într-un stadiu inospitalier. Acest lucru se pare că s-a petrecut în Ordovician-Silurian, când întreg uscatul Pământului forma un singur supercontinent, care migrase spre Polul Sud. Pe parcursul acestei perioade, Pământul s-a răcit, s-au format ghețari enormi, nivelul mării a scăzut și multe forme de viață oceanică au rămas pe terenuri înalte și uscate. Însă unele extincții par a se fi petrecut rapid, și asta nu doar în termeni geologici, ci și umani.

Asta mă duce către cel de-al doilea factor masiv de extincție: asteroizii. Dacă Pământul este lovit de un

asteroid, totul se poate schimba într-o clipă. Un astfel de eveniment pare să fi declanșat extincția K-Pg, când situația s-a schimbat prea brusc pentru a putea fi explicată printr-o erupție vulcanică — cel puțin, nu printr-o singură erupție. Astăzi, consensul științific este că lovitura de grație dată vechilor dinozauri a fost o rocă de 10 kilometri în diametru, care a lovit planeta pe coasta actuală a Mexicului. Rezultatul este destul de vizibil și astăzi, sub forma unui crater de 180 de kilometri lărgime, denumit Chicxulub (a se pronunța în stil mayaș: „CHIK-suh-loob"). Înseamnă „puricele diavolului". Mă gândesc că erau un popor cam arțăgos. S-ar putea ca unele extincții timpurii să fi fost rezultatul unui asteroid sau al unui grup de asteroizi care au lovit oceanul, lăsând astfel puține indicii despre eveniment.

Într-o după-amiază, l-am întâlnit pe Walter Alvarez, savantul care a dezvoltat și susținut teoria că un asteroid a declanșat extincția K-Pg. A fost un prânz încântător. Este un tip profund, entuziast, care iubește să predea. El are, de asemenea, și abilitatea rară de a privi lumea și de a vedea lucrurile pe care alții nu le văd. În sensul ăsta, seamănă un pic cu Darwin. Walter și tatăl lui, geologul Luis Alvarez, au înaintat teoria impactului cu un asteroid în 1980, într-o vreme în care majoritatea colegilor lui credeau că impacturile sunt nesemnificative pentru istoria geologică. Teoria a fost considerată extrem de controversată. De atunci a fost atent reevaluată. Acum, după aproape toate criteriile, este considerată a fi foarte logică și probabilă.

Când s-a format Pământul, acesta era compus din minerale și metale topite, dintre care cele mai grele s-au

scufundat spre centru. Geologii nu s-ar fi așteptat să găsească mult iridiu — un element greu, cu numărul atomic 77 — în rocile de la suprafață. Și, în general, nici nu au găsit, cu excepția unui strat anume: în rocile din urmă cu 66 de milioane de ani, formate chiar în timpul extincției. Alvarez a explicat că iridiul provine dintr-un asteroid, deoarece asteroizii sunt bogați în iridiu, spre comparație cu crusta Pământului. Din câte se pare, asteroidul a căzut în apropiere de Chicxulub și s-a dezintegrat, împrăștiindu-și rămășițele în întreaga lume.

Indiferent de locul unde lovesc, asteroizii de dimensiuni mari fac mările să fiarbă, umplu atmosfera de praf și compuși acizi și determină încingerea dioxidului de carbon din roci și eliberarea lui în atmosferă, declanșând un puternic efect de seră, care, la rândul lui, provoacă o schimbare climatică mult prea rapidă pentru ca organismele să se poată adapta. Factorii de impact gigantici pot crea valuri enorme în ocean și în atmosferă, ceea ce perturbă modelele meteorologice de pe tot globul, pentru perioade îndelungate. Este posibil ca asteroizii să fi sprijinit de asemenea și declanșarea încălzirii interne a Pământului și să fi cauzat activități vulcanice subsecvente. Circulă o glumă în comunitatea științifică spațială — nu e chiar o glumă — potrivit căreia dinozaurii au dispărut pentru că nu au avut un program spațial, așa că nu s-au putut salva de asteroid.

Este interesant că alte impacturi majore cu asteroizii nu par să fi declanșat extincții în masă. Există ceva în legătură cu impactul Chicxulub, care-l face să fie deosebit de grav. În primul rând, a fost o ciocnire de dimensiuni neobișnuit de mari și s-ar putea să fi avut loc într-o

regiune sensibilă din punct de vedere geologic. Însă, și acei vulcani din India par să facă parte din poveste. Când asteroidul a lovit, ecosistemele planetei erau deja sub presiune. Iată o lecție importantă pentru noi. Ecosistemele se pot schimba cu repeziciune și, cu cât le ataci mai mult, cu atât le vine mai greu să țină pasul. Activitatea umană provoacă acum încă un mare dezechilibru ecologic. Cât de mult va mai rezista viața de pe Pământ?

Planeta noastră vecină, Venus, ne oferă o lecție semnificativă. Ea seamănă foarte mult cu Pământul ca dimensiune și compoziție, însă temperatura de la suprafața ei atinge 460° C (860° F), mult mai cald decât cuptorul tău atunci când este setat pe „coacere". Diferențele de temperatură dintre Pământ și Venus nu se datorează faptului că Venus este ușor mai aproape de Soare. Nu, Venus este fierbinte, în primul rând, pentru că atmosfera sa este plină de dioxid de carbon, un gaz cu efect de seră, care menține captivă căldura Soarelui în atmosfera planetei. Venus este un exemplu extrem de schimbare climatică: este imposibil ca viața, așa cum o știm noi, să supraviețuiască unor temperaturi care depășesc punctul de fierbere. Pentru ca Pământul să ajungă asemenea lui Venus, este nevoie de o mare schimbare în geologia și chimia planetei. Însă oamenii elimină dioxid de carbon în atmosfera Pământului într-un ritm alarmant, chiar în acest moment, împingând climatul într-o direcție cu emisii ridicate de carbon, iar aceasta este o perspectivă înspăimântătoare. Nu vrem să devenim ca Venus câtuși de puțin.

Știm că o răcire ușoară poate provoca, de asemenea, o extincție în masă; se pare că tocmai asta s-a întâmplat

în timpul extincției Ordovician-Silurian. Ideea de bază este că, pur și simplu, schimbările climatice accentuate au contribuit în mod evident la extincțiile Permian-Triasic și K-Pg și la altele, de-a lungul timpului.

Emisiile industriale sunt o modalitate prin care oamenii modifică această planetă, dar nu și singura. În același timp, ucidem în mod direct nenumărate specii, într-un ritm care umilește ritmurile estimate ale celorlalte cinci mari extincții. Le ucidem distrugându-le, în primul rând, habitatul. Forțăm nenumărate specii să se mute, scoțându-le din nișele lor ecologice. Cantitatea suplimentară de carbon din atmosferă reține căldura Soarelui; în același timp, ea se diluează în ocean, formând acid carbonic (ca în băuturile răcoritoare), ceea ce contribuie la necazul nostru iminent. Faptul că ecosistemele se schimbă nu reprezintă singura problemă; după cum au remarcat mulți oameni, condițiile de pe Pământ s-au modificat încă de la începuturile planetei noastre. Problema este ritmul în care provocăm aceste schimbări. Această viteză face să ne îndreptăm spre cea de-a șasea extincție în masă.

Putem evalua situația actuală obiectiv, în termeni evoluționiști. Dacă distrugem ecosistemele, locul celor uciși de noi va fi luat de noi organisme. Dar, după cum îți poți da seama cu ușurință, dacă distrugem ecosistemele de care depindem, ne vom autodistruge. Oamenii sunt inteligenți și adaptabili. Cred că înțelegi că unii dintre noi vor supraviețui, indiferent ce se va întâmpla. Însă câți dintre noi vor eșua? Care va fi costul uman și economic în timpul acestui parcurs? Câte dintre genele noastre, inclusiv ale tale, vor dispărea pentru totdeauna?

Cu cât mai curând vom aborda schimbările climatice, cu atât mai bine. Și nu trebuie să mă crezi pe mine la faza asta. Uită-te la eoni, ere, perioade și epoci. Oare, săpând în straturile de demult, vreo creatură inteligentă din viitor va încerca să determine ce s-a întâmplat cu homo sapiens în timpul Marii Extincții din Holocen? Pământul va fi tot aici, orice am face. Haideți să colaborăm pentru salvarea lumii — spre binele nostru...

15

VECHII DINOZAURI ȘI TESTUL ASTEROIDULUI

Când eram în clasa a doua, doamna McGonagle, învățătoarea noastră, ne citea dintr–o carte groasă, cu un aspect impresionant, și ne explica de ce au dispărut vechii dinozauri. În acele timpuri, cea mai bună explicație oferită pentru dispariția lor erau mamiferele. Strămoșii noștri ar fi reușit cumva să ascundă dinozaurilor toată hrana sau le-ar fi mâncat toate ouăle. Chiar și la vârsta fragedă pe care o aveam, îmi puteam da seama că doamna McGonagle nu era prea convinsă de teorie. Îmi puteam imagina cu ușurință un Ankylosaurus zdrobind accidental, dintr-un pas, o familie de proto-iepuri, în timp ce hoinărea după o gustare de fructe. Mesajul subliminal părea să fie că noi, oamenii, suntem imuni la extincție pentru că ne aflăm în tabăra învingătoare. Însă doamna McGonagle realiza cu ușurință că ideea nu era deloc logică, și la fel și eu.

Astăzi înțelegem mult mai multe despre dispariția vechilor dinozauri. Știm că ei nu au fost niște greșeli evolutive; adaptările nereușite sunt rapid eliminate, or, ei au existat vreme de vreo 160 de milioane de ani. (Oamenii abia dacă au rezistat a o mia parte din acest interval.) Știm că extincțiile în masă sunt rezultatul schimbărilor

de mediu la scară globală. Astăzi avem dovezi solide că vechii dinozauri au fost nimiciți în urma unei schimbări extreme: nu de mâna unor mici mamifere flămânde, ci din cauza unui lung șir de erupții vulcanice otrăvitoare, la care s-a adăugat căderea din cer a unei imense roci aprinse.

Hai să analizăm mai îndeaproape acel asteroid care a izbit Pământul la sfârșitul Cretacicului. O rocă cu un diametru de 10 kilometri nu pare așa înfricoșătoare, dacă luăm în considerare că are de-a face cu o planetă cu un diametru de 13 000 de kilometri. Însă asteroidul se deplasa, probabil, cu o viteză de 20 de kilometri pe secundă, adică în jur de 45 000 de mile pe oră. La viteza asta, deține energia a o mie de miliarde (un bilion) de tone de dinamită. Este foarte greu să ne imaginăm proporțiile acestui lucru. Un asemenea impact trebuie să fi expulzat o parte din sfărâmături în afara atmosferei, la 200 000 de kilometri altitudine, adică jumătatea distanței până la Lună. Planeta noastră a fost înconjurată de un nor de rocă roșie încinsă, vreme de zile sau săptămâni întregi. O parte din această materie a plutit în continuare, estompând lumina Soarelui. O alta a coborât și a dat foc lumii. Creaturile marine au fiert. Iar vechii dinozauri fie au fost omorâți pe loc, fie nu au mai putut găsi hrană. În tot acest timp, strămoșii noștri îndepărtați erau cuibăriți în peșteri și în vizuine, și așa am ajuns noi doi aici.

Avem foarte multe în comun cu acei strămoși asemănători șobolanilor. Avem păr. Respirăm aer. Femelele noastre produc lapte pentru a-și hrăni progeniturile. Avem patru membre, vedere stereoscopică și câte cinci apendice la extremitățile fiecărui membru. Nu-i așa că

suntem adorabili?... Și toate astea nu doar pentru că un asteroid de dimensiuni medii a măturat drumul în calea noastră... ci și pentru că nu am avut parte de un alt asteroid care să ne supună aceluiași test infernal.

Când privim cerul noaptea cu ajutorul sistemului nostru de viziune stereoscopic, ne întrebăm dacă suntem sau nu singuri în univers. După cum spun adesea, dacă întâlnești pe cineva care insistă că el sau ea nu s-a gândit niciodată dacă suntem singuri, află că minte. Toată lumea și-a pus această întrebare fundamentală. Așa că, ce părere ai despre asta: poate că motivul pentru care nu am primit niciun semn de la cineva sau ceva dintr-o altă lume, de la o altă civilizație, este că acele ființe, de undeva din cosmos, au picat testul asteroidului.

Noi doi avem norocul să trăim pe o planetă prevăzută cu o lună de dimensiuni mari. În cazul nostru, se scrie L–u–n–ă, cu majusculă, pentru că este un nume propriu. De asemenea, avem norocul ca o serie de conflagrații mondiale să fi dus la formarea a două superputeri. Printr-un teribil act de trezire la realitate, unul dintre liderii mondiali a fost ucis, iar politica sa de ajungere pe Lună a devenit politica unei întregi națiuni, determinându-i pe membrii speciei noastre să creeze programe spațiale pe tot globul. Ca urmare, dacă se va repeta ca un asteroid să lovească din nou și să distrugă forma de viață dominantă, acea specie dominantă (noi doi) va fi pregătită să facă ceva în privința respectivei roci sau a blocului de gheață.

Avem tehnologia pentru a preveni o altă extincție în masă. I-am putea da asteroidului un brânci și viața de aici ar continua ca de obicei. Există o serie relevantă

de tehnologii care se află acum sub studiu. Am putea să îl lovim cu o rachetă, să atașăm o rachetă de el sau să-i schimbăm direcția cu o bombă. Dacă am avea destul combustibil, am putea să-l atragem cu ajutorul gravitației unei nave spațiale uriașe. Noi, la Societatea Planetară, susținem ideea folosirii energiei luminii solare pentru a-l distruge cu laserele și a-l abate pe un traseu sigur. Vechii dinozauri nu au fost capabili să facă nimic din toate astea — cel puțin, din câte cunoaștem. Dar noi putem.

Aceasta este o suită de idei în stil science-fiction. Dar trebuie să subliniez că nu e o nebunie. Este ceva extraordinar, dar rezonabil. Este meritul studierii evoluției și al străduinței de a învăța de unde ne tragem, că am pășit pe această cale de abordare a marelui-agresor-din-spațiu. Face parte din procesul științific. Ne spune ceva esențial despre modul cum am evoluat și un lucru crucial despre cum vom reuși să supraviețuim.

După toate probabilitățile, impactul cu un asteroid este singurul dezastru natural care poate fi prevenit. Așa că, dragii mei colegi pământeni, hai să facem tot posibilul ca să nu primim niciodată o astfel de lovitură.

16

ECHILIBRU PUNCTAT

Dacă nu ai făcut-o deja, te încurajez să vizitezi și să faci un tur al canioanelor cu jgheaburi de gresie din Parcul Național Zion, unde ai în fața ochilor întreaga istorie a Pământului, un strat subțire după altul, ca paginile dintr-o carte. Dacă vrei să te lămurești cum apar noi specii și cum altele dispar, acesta este un excelent loc de investigare. Este fascinant — încearcă să stai pur și simplu acolo și să numeri straturile. Formațiunile se întind din Permianul Târziu către perioada Cretacicului Timpuriu. Asta înseamnă un interval de timp de 200 de milioane de ani. Când te uiți mai în amănunt, vezi că straturile sunt ordonate ca un teanc de hârtii în tava copiatorului; doar că teancul despre care vorbim este înalt de 1 000 de metri — peste o jumătate de milă.

Când am văzut aceste straturi în 1997, în timp ce filmam emisiunea *Tipul cu Știința*, am avut sentimentul limpede că istoria Pământului este o chestiune stabilă. Fiecare dintre aceste straturi extraordinare pare să se fi așternut într-o manieră ordonată. Vântul a purtat particulele până aici, formând niște dune enorme. Din când în când, situația a devenit umedă. Din când în când, s-a uscat. Când situația a devenit umedă, mineralele de calcit, $CaCO_3$ (carbonat cu un atom de calciu în legătură), și de hematit, Fe_2O_3 (oxid de fier, cunoscut sub numele

de rugină), s-au dizolvat în apa din acele vremuri și au cimentat fiecare grăunte de nisip în locul în care se aflau. Rugina oferă nuanțe frumoase, roșiatice. Eu și echipa am fost fascinați de peisaj, cu modelul său uniform al ansamblului de gresie.

Nu sunt singurul care a avut o astfel de primă impresie. Și Charles Lyell, faimosul geolog din secolul al XIX-lea, a pățit la fel. *Natura non facit saltum* — natura nu face salturi — era o vorbă de duh cunoscută în acele timpuri, iar credința în desfășurarea cu uniformitate a istoriei geologice se numea uniformitarianism. Spre meritul său, Lyell și-a dat seama de timpul enorm cu care are de-a face. Practic, acesta este mai lung decât am crede. De fapt, pentru majoritatea dintre noi, e mai lung decât ne putem imagina.

Lui Darwin uniformitarianismul i s-a părut a fi modul de a exista al naturii, din punct de vedere geologic și în alte privințe. El și contemporanii lui și-au imaginat că speciile au luat ființă într-un ritm destul de lent, dar stabil, și au făcut asta încă de la începutul timpului. Dar oare așa să fie? Aceasta se dovedește a fi o întrebare foarte importantă, dacă vrei să stabilești de unde provin speciile — dacă vrei să descoperi o metodă de a combina dovezile fosile străvechi cu dovezile genetice moderne și să conduci astfel ideea lui Darwin în secolul XXI.

Pe măsură ce Darwin și numeroși alți cercetători care au urmat după el au studiat toate fosilele pe care le-au găsit, au dat constant de aceeași enigmă. Se pare că există o mulțime de plante și animale lipsă. Numeroase fosile-cheie pe care te-ai aștepta să le descoperi — primele tipuri de păsări, spre exemplu, în varianta lor de

tranziție — pur și simplu nu există. Darwin le-a numit fosile lipsă, „... cea mai evidentă și mai gravă obiecție care poate fi ridicată împotriva teoriei mele...". A fost o enigmă pe care numeroși savanți au dorit s-o dezlege, dar a rămas astfel pentru o lungă vreme. Subtilitatea eventualului răspuns nedumerește chiar și astăzi milioane de oameni. Creaționiștii și ignoranții din toată lumea încă mai au îndoieli despre evoluție, în parte din cauza grijilor legate de fosilele lipsă pe care Darwin și alți cercetători din secolul XIX le-au avut la început.

O parte a problemei a reprezentat-o lipsa de informație. Pe vremea lui Darwin au existat mult mai puține fosile pentru studiu decât astăzi. Muzeele și colecțiile vaste, pe care le avem acum, nu existau încă. Nu exista o metodă economică de a face schimb de specimene disponibile, nici ecrane portabile care să asigure transmisia electronică a imaginilor și așa mai departe. Majoritatea fosilelor pe care oamenii de știință se așteptau să le descopere nu fuseseră încă dezgropate. Acest lucru este valabil mai ales în cazul rămășițelor fosile care ne leagă pe noi, oamenii, de strămoșul comun al maimuțelor mari, bonoboului și cimpanzeilor. Această fosilă sau set de fosile a ajuns să fie numită legătura sau legăturile lipsă. Când eram copil, îmi amintesc limpede că se folosea expresia de „legătură lipsă" pentru a descrie pe cineva care era sălbatic, analfabet sau ignorant. Părinții mei s-au referit la unul dintre prietenii surorii mele mai mari ca la legătura lipsă. Li se părea că era un petitor nepotrivit. Sunt destul de sigur că era tot om, ca și noi, și nu o legătură lipsă din registrul fosil. Pe de altă parte, fostul meu șef...

În deceniile de după publicarea lucrărilor lui Darwin, geologii și paleontologii de teren au dezgropat și descoperit mii și mii de fosile. Au descoperit un număr uluitor de dinozauri străvechi, o colecție copleșitoare de mamifere dispărute și un număr impresionant de fosile ale creaturilor marine. La doar doi ani după ce Darwin și-a exprimat îngrijorarea în privința fosilei lipsă, a fost descoperită în Germania faimoasa fosilă a creaturii asemănătoare păsărilor, *Archaeopteryx*, și acesta este doar un exemplu. Mai târziu, vânătorii de fosile au găsit o întreagă gamă de strămoși ai omului, inclusiv *Sahelanthropus tchadensis*, care poate fi, de fapt, strămoș comun și pentru cimpanzei. Despre oricare dintre acestea, s-ar putea spune că nu mai reprezintă o „legătură lipsă".

Chestiunea legăturilor lipsă a fost ținută în viață în special de oamenii care cred (chiar și în ziua de astăzi) că Pământul nu are mai mult de zece mii de ani și că oamenii sunt unici și nu au vreo legătură ancestrală cu niciuna dintre miliardele de ființe care au existat înaintea noastră. Insistând să susțină, completamente fals, că nu există o formă tranzițională cunoscută între maimuțe și oameni, ei au indus îndoiala în mintea unui enorm număr de oameni.

Totuși, chiar și după descoperirea așa-numitelor legături lipsă, câteva dintre marile mistere care l-au tulburat pe Darwin au persistat. La drept vorbind, completarea registrului fosil le-a făcut și mai tulburătoare. În primul rând, speciile noi ies în evidență destul de repede în registrul geologic. Darwin a abordat această problemă, scriind: „... Atunci de ce nu sunt pline toate formațiunile geologice și toate straturile de astfel de legături

intermediare...?“ În al doilea rând, odată ce o specie își face apariția, ea și descendenții ei rămân acolo vreme îndelungată sau trec într-un strat superior de rocă. Să ne gândim doar la trilobiți, ei au supraviețuit, sub diferite întrupări, cale de 250 de milioane de ani. Într-un fel, evoluția pare să se petreacă foarte rapid și, în același timp, foarte încet.

Înțelegerea acestui paradox a presupus combinarea celor mai recente cunoștințe despre ecosistemele moderne cu studiul creaturilor care au trăit acum multă, multă vreme. Nu a fost ușor să le faci pe toate să vorbească. După cum a scris colegul și prietenul meu, Don Prothero, „Între timp, sistematicienii (biologii care studiază denumirea și relațiile organismelor) erau preocupați cu descrierea noilor specii, dar puțini s-au gândit la implicațiile evoluționare ale muncii lor. Efectiv, nu exista un punct comun între ei și părea că nu există niciun mod de a arăta că selecția naturală darwiniană era compatibilă cu genetica, paleontologia și sistematica.“

Această provocare a fost abordată strălucit, în 1972, de doi tineri (și acum foarte cunoscuți) biologi evoluționiști: Niles Eldredge și Stephen Jay Gould. Ei au analizat riguros un număr imens de fosile și au ajuns la concluzia că, deși avem numeroase fosile care ne arată liniile mari de descendență, există o surprinzătoare absență a fosilelor care ar putea face legătura între o anumită filiație și alta. Încă nu era evident cum anume au devenit dinozaurii ceea ce noi credem a fi păsările moderne, chiar dacă cursul general al evoluției era destul de clar. La fel, nu era limpede cum au ajuns peștii să umble pe pământ sau cum au făcut animalele de uscat traseul invers, ajungând

să înoate, precum balenele care respiră aer și împroaște apa cu coada și precum delfinii zâmbăreți. Câteva dintre marile tranziții ale vieții par să se fi petrecut atât de rapid, încât au dispărut printre faliile (sau fragmentele digitale) ale registrului fosil. Acest lucru și-au propus Eldredge și Gould să-l explice, extinzând în mod spectaculos ideile lui Darwin.

S-ar putea să fi auzit expresia pe care ei au atribuit-o acestui fenomen: „echilibru punctat". L-am întâlnit pe Stephen Jay Gould la o mică cină de grup și pot depune mărturie că avea un vocabular dat naibii. Pe lângă engleza meșteșugită, părea să vorbească fluent și latina. În orice caz, expresia echilibru punctat („punk eeck"[22], în argoul paleontologilor) a prins, fiind folosită pentru a descrie mecanismul de producere a speciilor. Unul ca mine ar fi numit-o „modificare întreruptă" sau „speciație[23] izolată" sau „formațiunea insulei genetice". După mine, s-ar putea numi: „Toate-s bune, numa' pârâul să nu urce." Lucru care ar putea fi exprimat, folosind o gramatică nyebonică mai iscusită: „Dacă pârâul crește, o populație poate rămâne izolată pe o insulă genetică" (caraghioasele expresii nyebonice seamănă sau aparțin felului în care Bill Nye inventează fraze sau cuvinte).

Dar, indiferent de numele folosit, este esențial să știm că răspunsul la enigma lui Darwin se găsește în dimensiunea populațiilor — îndeosebi a populațiilor mici, izolate. Darwin și-a imaginat că o întreagă specie cedează locul alteia. Acest lucru s-a petrecut, de exemplu,

---

22 Calambur de la *punk rock*. (*N.t.*)

23 Formarea unor specii noi de plante sau de animale ca urmare a unor procese biologice. (*N.t.*)

cu faimoasele cinteze[24] ale lui Darwin, pe fiecare dintre insulele Galapagos. După ce lepezi vechea manieră uniformitariană de a privi lucrurile, situația devine tot mai clară. Când un mic grup de organisme se izolează (într-un petec izolat de pădure, de partea cealaltă a pârâului în urcare etc.), unii indivizi sunt mai predispuși la formarea de noi specii. Într-un grup mic, fiecare mutație reprezintă o parte mult mai mare a amestecului și fiecare mutație reușită devine imediat o chestie mult mai importantă.

De la momentul publicării lucrării de referință a lui Gould și Eldredge, în 1972, s-au făcut multe studii, atât pe populații reale, cât și prin simulări matematice. Rezultatele explică de ce evoluția se produce și repede, și încet: pentru că *este*, în același timp, rapidă și lentă. Populațiile mari au tendința de a rămâne aproape neschimbate din punct de vedere genetic. Paleontologii spun că populațiile tind spre stază. Cele mici diverg rapid în noi specii. Acum, că ai citit această explicație, sper că vei da un răspuns de genul: „Păi, evident...“ Același lucru ar putea fi exprimat acum, la începutul secolului XXI, printr-un singur cuvânt, mustind de sarcasm: „'nțeles...“ Care pare să fi derivat din: „Ei, da...“ Te rog să reții însă că acest lucru nu a fost evident pentru mulți în ultima sută și ceva de ani.

Semnificația teoriei este profundă, dacă ținem cont de tot ce s-a emis înainte de ea în gândirea evoluționistă și de confuzia stârnită de creaționiști, care, chiar și-n

[24] Fringilide, familie de păsări cântătoare din ordinul Passeriformes (canar, cintezoi), a cărei observare a fundamentat teoria evoluției a lui Darwin. (*N.t.*)

ziua de astăzi, încearcă să le bage în cap elevilor care studiază știința idei aiuritoare despre istoria naturală a Pământului. Echilibrul punctat explică de ce lipsesc atât de multe forme tranziționale din colecțiile de fosile păstrate în instituțiile de pe tot globul. Să presupunem că am dat peste un șir de insule (Galapagos), care formează un arhipelag în estul Oceanului Pacific, în apropierea coastei de astăzi a Ecuadorului. Dacă condițiile climatice sunt destul de violente, animalele de pe continent pot fi împinse de vânt sau de valuri pe aceste insule. (Voi vorbi despre asta în alt segment al cărții.) Aceste insule sunt suficient de apropiate de țărmul continental pentru ca organismele să poată fi purtate de vânt sau de valuri până la ele, dar sunt prea îndepărtate pentru ca grupurile izolate să mai aibă un număr semnificativ de contacte între ele, odată ce au ajuns acolo. Populațiile lor se izolează. Biologii evoluționiști folosesc adesea termenul de alopatric, din grecescul „altă patrie" sau „altă baștină".

Prin comparație cu păsările de pe continent, cintezele de pe aceste insule sunt membrele unui trib, sau stol, destul de mic. Dacă întâmplarea face ca una dintre ele să fie înzestrată cu un cioc care este un pic mai bun decât al vecinei la spartul nucilor, atunci pasărea cu un cioc superior are mai multe șanse de a obține hrană îndestulătoare. În cazul de față, chestiunea semnificativă este că genele sale mai-bune ocupă o proporție mai mare în cadrul stolului. Puii săi cu gene mai-bune vor reprezenta o căldare mai mare din bazinul genetic al insulei. După cum am zis, după ce știi răspunsul, lucrurile devin evidente. Însă observațiile adevărate sunt oferite de modelele matematice. Acolo (sau aici) poți accelera evoluția

prin simulări electronice pe calculator. Efectul echilibrului punctat iese imediat în evidență. Acesta este motivul pentru care nu întâlnim atât de multe fosile tranziționale. În mod inerent, ele sunt mai puțin numeroase și schimbările se produc foarte repede. Foarte puține dintre acele organisme intermediare se conservă pentru a putea fi descoperite milioane de ani mai târziu.

Dacă o populație mică deține un ușor avantaj, aceasta poate deveni o populație mare. De vreme ce populația despre care vorbim este izolată, ea poate deveni îndeajuns de diferită de tribul, stolul sau școala sa ancestrală pentru ca indivizii săi să nu se mai poată împerechea cu vechea gașcă. Acești indivizi formează o nouă specie separată. Când analizăm fosilele noului mare grup separat, nu vedem legăturile intermediare individuale, pentru că acestea sunt foarte puține. După ce înțelegi formațiunea insulei genetice sau echilibrul punctat, ți se va părea ciudat să fie altfel. Natura lipsă a legăturilor lipsă este, de fapt, o altă dovadă a evoluției. Este întocmai ce ne-am aștepta să găsim în natură. Dacă registrul fosil ar fi perfect — abia *ăsta* ar fi un mister.

Apropo, în timp ce scriu aici despre caracterul incomplet al registrului fosil, trebuie să reții faptul că acesta devine din ce în ce mai puțin incomplet. Aproape în fiecare săptămână, paleontologii descoperă un alt animal uimitor, ale cărui rămășițe au fost încastrate în piatră. Recent, a fost descoperit un miriapod lung de doi metri și jumătate (opt picioare), datând din perioada Carboniferului, acum 300 de milioane de ani. Fosila este suficient de bine conservată pentru ca cercetătorii să poată constata că a fost vegetarian, investigând traiectul său intestinal foarte

lung, transformat acum în piatră. Am fost la Ashfall State Park, în Nebraska, și am văzut semințele conservate în burta unor rinoceri nord-americani de două tone, de mult dispăruți. Căutăm mereu alte fosile, pentru a afla mai multe despre trecut, deși, în zilele noastre, avem, cu siguranță, o groază de informații disponibile.

Până acum, discuția s-a concentrat pe schimbare (la urma urmei, aici se petrec chestiile interesante), dar staza este și ea o caracteristică majoră a evoluției. Populațiile din ecosisteme tind să rămână în echilibru. De ce n-ar face-o? Dacă stau în același loc, obțin aceeași cantitate de lumină solară și resurse de hrană, ani la rând, indivizii se nasc și mor, în vreme ce, în tabloul general, lucrurile rămân cam la fel. Din când în când, auzi pe cineva care se referă la un organism ca la o „fosilă vie". Chiar și eu am folosit această expresie. Deși îi înțeleg rostul, este o exprimare ilogică. Fosilele înseamnă o chestie care a fost dezgropată. Dacă trăiește, nu e moartă... Dar, lăsând asta la o parte, cred că pricep la ce se referă cineva când vorbește despre o fosilă vie. La un organism care a rămas nemodificat pentru un timp geologic sau evolutiv foarte, foarte lung.

S-ar putea să fi văzut sau chiar să deții o cochilie de nautilus. Nautilii sunt niște minunate creaturi marine cu cochilie, care trec dintr-o cavitate în alta a adăpostului lor, dezvoltându-se, pe măsură ce cresc, într-o spirală logaritmică. Pe post de ochi au niște mecanisme care s-ar putea numi camere obscure. Și le-au avut de 500 de milioane de ani încoace. Animalele care sunt astăzi în viață nu sunt fosile. Însă sunt aidoma strămoșilor lor. S-ar putea să fi văzut fotografii cu peștele Coelacanth.

S-a crezut că dispăruse. Până în 1939, nu fuseseră găsite decât fosilele lui, când, în apropierea coastei de sud a Africii, a fost descoperită o populație întreagă, care trăia așa cum au făcut-o și strămoșii săi, vreme de 65 de milioane de ani. Apropo, și nautilii, și peștii Coelacanth sunt specii pe cale de dispariție — grație oamenilor. Îi ucidem pentru cochilii sau din curiozitate. Așa că s-ar putea să transformăm curând aceste animale vii în fosile, într-o stare neplăcută și definitivă.

Pentru animalele precum nautilii și Coelacanth, a rămâne neschimbați de la o generație la alta presupune să trăiască în medii care nu se modifică prea mult pe perioade lungi de timp. Da, ele continuă să acumuleze mutații în cadrul genelor lor, dar stabilitatea mediului nu conferă schimbării un avantaj major. Nu este o coincidență că aceste animale trăiesc în ocean. Acolo există o mai mare șansă de a înota liber într-un mediu nemodificat; cel puțin așa a fost, până când și-au făcut oamenii apariția. Poate ai folosit uneori formulări care conțineau expresia „echilibrul naturii". Însă atunci când se produce o schimbare majoră — să zicem că erupe un vulcan la tine în cartier sau o enormă furtună te aruncă pe mare și aterizezi pe o veselă insulă nepopulată — populațiile ajung să se izoleze. Atunci lucrurile se pot petrece cu repeziciune.

Am locuit în Pacific Northwest vreme de ani de zile. Încă mai vizitez locurile acelea destul de des. Simplul miros este încântător, ca să nu mai vorbesc despre peisajele alpine și de canalele și golfurile fecunde. A existat o controversă puternică legată de o anumită pasăre, care, pentru mulți, nu reprezenta un interes economic major

și, pentru cei preocupați de transformarea copacilor străvechi în cherestea, nu însemna mare lucru. Strămoșii acestei păsări au trăit în pădurile de conifere, zburând și hrănindu-se cu șoareci de câmp sau șoricei. Apoi, oamenii și-au făcut apariția și au început să taie copacii ca nebunii. Ei au urmărit să folosească lemnul la construcția caselor și a structurilor comerciale. Lemnul copacilor bătrâni este de cea mai bună calitate. Cheresteaua are fibre fine, cu mici noduri. Este un material foarte frumos și ideal pentru construcția unor clădiri solide, care sunt suficient de rezistente încât să reziste vânturilor puternice, dar, în același timp, destul de flexibile încât să se adapteze, din când în când, unui cutremur intens.

Ei bine, dacă ești o bufniță pătată, *Strix occidentalis caurina*, asta înseamnă o veste proastă pentru tine... Oamenii vin să-ți taie locuința. Fie te descurci, reușești să faci pui și să găsești o modalitate de a-ți croi drumul în viață printr-un mediu proaspăt tăiat, fie dispari, așa cum e pe cale să se întâmple cu bufnița nordică pătată. Schimbăm condițiile de mediu pe tot globul. Schimbăm climatul Pământului. Provocăm extincția unui număr covârșitor de specii. Dacă ne ghidăm după istorie, acestea vor fi înlocuite de specii noi, dar apariția lor se va petrece pe o scară de timp geologică. Noi suntem singurele animale existente care putem schimba rapid situația.

Populațiile de viețuitoare tind să rămână în echilibru, dar, din când în când, întregul ecosistem se transformă într-un semn de exclamare; anumiți indivizi și populații ajung la finalul drumului. Atunci, lucrurile se pot schimba cu repeziciune. Istoria evoluției este una a echilibrului punctat de schimbări majore. Avem tot interesul

să îmblânzim finalurile de drum și să prelungim cărările vieții, de dragul tuturor ființelor care sunt oameni, dar de care depindem pentru o lume sănătoasă — lumea noastră și a progeniturilor noastre.

17

CONTINGENȚA, ÎNGUSTAREA ȘI FONDAREA

De unde își trag originea diferitele specii? Aceasta este întrebarea de bază. În vremea în care Charles Darwin și-a formulat ideile, nimeni nu știa ce sunt genele sau ADN-ul. El a reușit să deducă principiile selecției naturale, dar s-a limitat aproape complet la formele externe și interne vieții. Astăzi, putem privi înăuntrul codului oricărei ființe. Acum, putem înțelege mecanismul evoluției. Putem analiza registrul molecular, care documentează povestea interioară a modului în care noile specii apar și se îndepărtează una de cealaltă odată cu trecerea timpului. Revoluționarea cartografierii genetice a declanșat și revoluționarea teoriei evoluției.

În 1973, geneticianul ucraineano-american Theodosius Dobzhansky a scris un riguros eseu, „În biologie, nimic nu are sens decât în lumina evoluției". El este, de regulă, creditat cu declanșarea discuției sau a dialogului intelectual numit „noua sinteză" a evoluției. Dobzhansky a integrat detaliile biochimice și rolul descrierii tehnice a unei gene: secvența specifică de nucleotide (codul genetic, adicătelea) care cuprinde o porțiune dintr-un cromozon. Descrisă astfel, o genă este un plan de construcție care, în cele din urmă, determină ordinea

aminoacizilor necesari pentru crearea unei proteine specifice. Destul de simplu? De fapt, este un proces fantastic de complex, iar biologii încă mai descifrează detaliile funcționării sale. În orice caz, această perspectivă moleculară este compatibilă în mod absolut, pe deplin și din toate punctele de vedere, cu observațiile și concluziile trase de Darwin: ADN-ul dirijează construcția șirurilor de elemente chimice; aceste elemente influențează configurația întregului organism; această configurație influențează probabilitatea organismului de a se reproduce și de a răspândi cât mai multe copii ale codului.

Influența lui Dobzhansky a fost atât de profundă, încât adesea uităm de ea. El a făcut legătura între fenomenul mutației genetice — erorile naturale care se petrec în producerea de copii ale unor molecule complexe sau minuțioase — și acele accidente fericite care au devenit, în terminologia lui Darwin, descendenții favorizați. Dacă mutația este valoroasă pentru urmași în procesul de reproducere, această mutație se transmite mai departe, în mod repetat.

Înaintea acestei sinteze, nu erau foarte clare mijloacele prin care o specie se separă sau prin care apare una nouă. Cercetătorii consideraseră, destul de logic, că fiecare individ al unei anumite specii are aproape aceleași gene. S-a crezut că diferența dintre un individ și altul este legată de gene, deși variațiile dintre indivizii aceleiași specii nu sunt foarte mari. S-a dedus că motivul pentru care tu și sora ta aveți părul de culori diferite este genetic, dar reprezintă o mică parte a moștenirii. Odată cu „sinteza modernă", din secolul XX, a devenit limpede că fiecare trăsătură a unui individ este exprimată în genele

lui sau ale ei. Acum luăm de sigură această idee. Ea a oferit oamenilor de știință înțelegerea a ce presupune devenirea unei specii. Dacă genele suferă destule mutații pe parcursul a destule generații, rezultă indivizi care nu se mai pot reproduce între ei; devin o specie separată sau nouă.

Cea mai importantă dezvăluire a sintezei moderne este aceea că permite oamenilor de știință să înțeleagă cum are loc despărțirea populațiilor în specii diferite. Că identifică unul dintre mecanismele-cheie din spatele procesului de diversitate a vieții. Să aprofundăm puțin, gândindu-ne la o populație de coleoptere[25]. Crede-mă, populațiile de coleoptere nu cunosc penuria; există 350 000 de specii cunoscute și probabil multe altele care nu au fost încă descoperite. Să zicem că locuiesc într-o pădure. Cândva, într-un an, deasupra pădurii noastre, are loc o cădere de zăpadă mai masivă decât în ultimele decenii. Pe măsură ce zăpada se topește, se formează un curs de apă mai mare decât de obicei, care se revarsă pe o pantă majoră și formează un nou râu, trecând prin valea în care coleopterele își aveau habitatul natural. Coleopterele care își duc viața în litieră și resturile vegetale din solul de sub copaci sunt de-acum separate în două comunități, coleopterele de pe malul din stânga și coleopterele de pe malul din dreapta. Ele nu mai comunică și nu mai efectuează schimburi între ele, inclusiv fertilizarea și depunerea ouălor.

Prin copierea imperfectă a genelor în cadrul celor două populații, generație după generație, în cele din

[25] Gândaci, cărăbuși etc. (*N.t.*)

urmă, insectele din stânga și cele din dreapta ajung să aibă gene mult diferite, iar cele două grupuri nu mai sunt capabile de reproducere între ele. În cazul exemplului nostru simplificat, dar întemeiat, cele două populații devin specii distincte. Între timp, sunt și alte forțe selective naturale care acționează. Grupul din stânga locuiește, poate, într-o porțiune a râului unde aceeași cădere neobișnuită de zăpadă a inundat malurile și a ucis o mare parte din copaci prin înecare, sufocându-le rădăcinile. Anumiți indivizi din populația din stânga au avut, să zicem, șansa unui maxilar sau a unei mandibule ușor diferite, care îi ajută un pic mai mult la mestecarea lemnului mort al copacilor sufocați. Ei vor fi mai bine hrăniți. Ouăle lor vor ecloza, poate, în condiții mai bune, de vreme ce galeriile săpate recent prin mestecare mențin ouăle la o temperatură mai productivă, prin comparație cu colegii de trib (gândaci tribali?). Așadar, ouăle lor o duc puțin mai bine și tot mai mulți gândaci de mal stâng sunt născuți cu mandibule mai bine înzestrate și cu o capacitate de a-și săpa galerii cu maxilarul. Între timp, cei de pe malul drept duc aceeași viață ca înainte de inundații. Mediul înconjurător abia dacă s-a schimbat puțin și, totuși, populațiile din dreapta și din stânga diverg.

Mai există două consecințe pentru astfel de împrejurări legate de populațiile sau organismele care ajung să fie izolate sau despărțite între ele. În exemplul nostru, cel cu coleopterele și inundația catastrofală care a dus la formarea unui râu, este destul de probabil ca acele două populații să nu aibă aceeași dimensiune. În mintea mea, îmi închipui că grupul de pe malul din stânga este mult mai mic. Teritoriul lor a fost inundat de revărsarea de

zăpadă topită. De cealaltă parte, literalmente, insectele din dreapta se găseau pe culoarul interior al curburii râului și foarte puține au fost înecate în timpul topirii marii ninsori, care a format râul. Ele au aproape același număr de indivizi ca și înainte. Când vorbim de insecte, numărul lor poate fi uriaș. Dacă ai fost vreodată în Minnesota, în iulie, muștele sunt... ei bine, sunt imposibil de numărat și de suportat. Dacă ar fi doar în număr de 10 milioane, existența unui vâslaș din Minnesota ar fi mult mai puțin chinuitoare. Ținând cont de asta, să zicem că avem 10 milioane de coleoptere pe malul drept al râului, toate purtând, în esență, aceleași gene ca și înainte de inundații.

Pe malul stâng, avem doar 10 000 de coleoptere care au supraviețuit cataclismului nostru imaginar. După cum le este felul, coleopterele se reproduc ca nebunele, iar cele cu un maxilar mai-bine-înzestrat-pentru-mestecarea-copacilor-morți se descurcă de minune. În plus, prădătorii lor, dintre care ar putea face parte unele specii de insecte, precum călugărițele, sau anumite păsări, precum pitulicea, s-ar putea să nu fi avut o reacție prea bună la noul mediu. S-ar putea să nu se mai priceapă la fel de bine la găsirea coleopterelor într-o zonă plină de mâl și trunchiuri moarte de copaci, lucru care ar permite noului soi de coleoptere să se reproducă cu și mai mare succes. De dragul acestui experiment mintal, să zicem că în cele din urmă populațiile se stabilizează. Relațiile între prădători și pradă se normalizează, ajungându-se la un număr stabil pentru fiecare. Chiar dacă populația de mal stâng atinge același număr ca cel al populației de mal drept, genele de pe malul stâng vor avea o diversitate mult mai

puțin variată, pentru că descind dintr-o populație mult, mult mai mică. Acest proces se numește îngustare[26], pentru că toți strămoșii coleopterelor și-au transmis genele printr-o îngustare a genelor, similară trecerii printr-un gât de sticlă.

Iată o caracteristică minunată legată de îngustare. Putem analiza genele din cadrul unor populații diferite și deduce foarte multe despre cum a decurs procrearea în regnul animal și vegetal. Pe baza acestor deducții, putem trage concluzii referitoare la istoria naturală a întregilor continente și ecosisteme. Cu ajutorul instrumentelor moderne de secvențiere a genelor (inclusiv al unor reactivi chimici uimitori și al unor mașinării extraordinare), putem preleva ADN-ul diferitelor specii de coleoptere și determina care populație a suferit o diversitate genetică mai mare. Populația care a supraviețuit inundației ar trebui să aibă o diversitate mai redusă, prin comparație cu populația care a fost, în mare parte, neafectată. La asta ne-am aștepta. Dar e important să reținem că liniile generale ale acestui proces au putut fi înțelese cu mult înainte ca cineva să aibă habar ce înseamnă ADN-ul și secvențierea lui.

Un exemplu puternic de îngustare genetică, din lumea reală, a avut loc în insulele Galapagos. Tânărul și hoinarul Charles Darwin a remarcat, printre altele, că păsările din aceste insule, în special cintezele, sunt foarte asemănătoare între ele. Totuși, ciocurile lor au unele trăsături ușor, dar deslușit, diferite. Darwin a realizat implicațiile observațiilor sale.

---

[26] În original, *bottlenecking*. (*N.t.*)

Să presupunem că ești o cinteză ce zboară veselă pe țărmul continental care astăzi aparține Ecuadorului și se stârnește o furtună puternică, un ciclon care se întinde pe sute de kilometri. Tu și câțiva membri ai comunității, ai stolului tău, sunteți capturați de vânturile înalte, pe când ciripiți alene despre sortimentele de nuci. Sunteți cu toții aruncați de vânt pe mare. Mulți dintre voi veți fi prea obosiți pentru a mai putea zbura și veți dispărea sub valurile tumultuoase. Dar tu și câțiva tovarăși veți ajunge pe o insulă. Veți găsi nuci din belșug, pentru că, din câte se pare, câteva semințe de nuc au fost, la rândul lor, purtate de vânt cu câțiva ani mai devreme, în timpul unor furtuni asemănătoare. Nucile sunt destul de bune de mâncat. Tu și unii dintre membrii comunității aveți niște ciocuri despre care alte păsări v-au tachinat. Tu și alți câțiva aveți un mic cârlig la capătul ciocurilor. Aceste cârlige sunt grozav de utile la desfacerea nucilor. Voi veți întemeia o nouă comunitate, care se va reproduce ani la rând. După mai multe generații, descendenții voștri zboară și se odihnesc pe stâncile și crengile din jur, discutând despre nuci și despre ce mai pun la cale cintezele vecine.

Apoi, o altă furtună uriașă mătură insula. Furtunile majore sunt destul de dese în această parte a globului. În ciuda experienței strămoșilor lor sau, poate, tocmai datorită ei, acești stră-stră-stră-strănepoți, după foarte multe generații de păsări, sunt și ei aruncați pe mare, către vest, de această dată, mulți înecându-se, dar câțiva reușind să aterizeze pe o altă insulă vestică. O nouă populație pornește la drum și așa mai departe. Cu fiecare eveniment catastrofic generat de furtună și cu fiecare aterizare

succesivă pe insulele din Arhipelagul Galapagos, rezultă o populație sau o comunitate care ajunge să se dezvolte și să se multiplice dintr-un set de gene care are, în mod inerent, din ce în ce mai puțină diversitate.

Darwin s-a confruntat cu acest peisaj cu mult înainte ca cineva să pună în discuție diversitatea genetică. De atunci, o mare parte dintre cercetători au încorporat în teorie idei noi. Seturile genetice ale cintezelor sunt întocmai cum ar fi fost de așteptat să ajungă purtate fiind (sau zburătăcite) în această parte a Oceanului Pacific. În același mod, există și iguane în regiunea Galapagos, care seamănă cu cele de pe continent, dar sunt foarte diferite. În primul rând, pot înota. Iguanelor din junglă le lipsește acest talent. Aceste șopârle nu au ajuns pe insule în zbor, dar furtunile sunt câteodată destul de puternice încât să poată duce câteva exemplare până acolo prin alte mijloace. Cu siguranță că, de-a lungul coastei continentale puternic împădurite, există o mulțime de bușteni sau trunchiuri de copaci care plutesc în apa oceanului. Dacă ești o șopârlă încleștată de un copac, ce-ți rămâne de făcut dacă ajungi în apă? Te ții bine. Dacă eșuezi pe o insulă, vei face tot ce poți pentru a-ți duce existența și a te bucura de partide de sex — încinse, presupunem noi, dar, de altfel, consimțite — cu o altă șopârlă tovarășă, care a ajuns până aici în același fel. Putem analiza genele lor și face comparația cu genele șopârlelor rămase pe uscatul continental și vom obține exact rezultatul prevăzut de teoria evoluționistă: mai puțină diversitate, dinspre estul spre vestul arhipelagului.

Aceste soiuri noi de populații care ocupă și locuiesc în zone noi pentru ele, noi le numim „fondatoare". Ele

întemeiază o nouă comunitate, întocmai cum oamenii fondează companii sau instituții. Diferența este că animalele fondatoare au luptat pentru viața lor și, mai ales, a descendenților lor.

În general, fondatorii se nasc datorită îngustării genetice, pe care continuă să o genereze. Întrucât există mai puțini indivizi care reușesc să ajungă într-o zonă nouă pentru a forma o comunitate nouă, va exista mai puțină diversitate în genele micii populații fondatoare decât am putea întâlni în tribul sau comunitatea nativă din care provin. Un exemplu des invocat este comunitatea burilor din Africa de Sud. Membrii săi au venit din Olanda și, se pare, au fost purtătorii unei gene care îi face pe oameni predispuși la boala Huntington, o afecțiune degenerativă a creierului. Oamenii care suferă de ea manifestă mișcări spasmodice, în special ale feței și umerilor, iar, în cele din urmă, sunt afectați de o formă de demență. Există un număr mult mai mare de pacienți cu boala Huntington în regiunea Capului Bunei Speranțe din Africa de Sud decât în restul lumii. Orașele Cape Town și Johannesburg au fost întemeiate de un număr relativ mic de olandezi, dintre care câțiva purtau gena problematică. Genele populației burilor din sudul Africii de Sud au trecut printr-o îngustare genetică în momentul fondării comunităților lor. Un alt exemplu faimos este prevalența hemofiliei în rândul membrilor familiei regale britanice căsătoriți între ei.

Fenomenul îngustării și chestiunea fondatorilor i-au determinat pe oamenii de știință să speculeze despre rolul contingenței și al accidentalului în evoluție. Savanții au dezbătut îndelung importanța mediilor înconjurătoare

nou-apărute în cadrul diversității biologice și, mai ales, genetice. Mie îmi place s-o formulez astfel: E nevoie oare de catastrofe, mai mari și mai mici, inclusiv de extincții devastatoare în masă, pentru a obține specii noi? Coleopterele din experimentul nostru mintal de mai devreme pot fi un exemplu. Este o întrebare fascinantă, pentru că naște o alta și mai profundă: De unde provenim cu toții? Sau altfel spus: Ne-am mai fi aflat noi aici dacă nu s-ar fi dezlănțuit de vreo câteva ori iadul pe Pământ?

Acum, că geologii știu ce să caute și și-au dezvoltat instrumentele necesare căutării lor, au descoperit zeci de cratere de impact cu meteoriții, pe tot globul. Asteroidul care i-a prăpădit pe dinozauri, lovind Mexicul acum 66 de milioane de ani, nu a fost nici pe departe singurul. Îți dai seama că, dacă ești o ființă, precum gândăceii noștri din pădure, și o piatră uriașă, radiind de căldură, cade în preajma ta și aprinde totul în jur, vor urma tot felul de necazuri. Tu și fiecare gândăcel din comunitatea ta veți fi transformați în chipsuri de coleoptere. Ori, poate, ai norocul să te afli la marginea infernului. Tu și tovarășii tăi reușiți să supraviețuiți și, în urma dezastrului, dinaintea voastră aveți de explorat un peisaj cu totul nou, cu foarte puține vietăți. În plus, s-ar putea să nu aveți prea mulți concurenți pentru un timp, poate decenii la rând. Chiar dacă tu nu apuci să trăiești, ca să explorezi și să te hrănești cu lăstarii noilor plante care cresc în solul proaspăt expus, bogat în nutrienți, poate reușesc să supraviețuiască ouăle pe care le-ai depus în primul anotimp, iar urmașii tăi vor explora noul peisaj ani de zile. Se va întemeia o populație de succes, numeroasă, una cu

o diversitate mult mai scăzută, dar care îți va purta totuși genele și așa mai departe.

După cum am văzut, ciocnirile cu asteroizii nu sunt singurele provocări catastrofale cu care viața ne confruntă. Erupții vulcanice uriașe de bazalt topit, asemănătoare celor din Siberia și din India, au otrăvit atmosfera Pământului cu praf și gaze vătămătoare de cel puțin 15 ori în timpul istoriei geologice cunoscute. Episoadele de răcire globală au condus la perioade în care întreaga planetă a fost încuiată într-un sicriu de gheață. Deplasarea continentelor a declanșat repetate schimbări radicale în structura climei și în circulația și chimia oceanelor. Probabil, au mai existat și alte agresiuni grave pe care încă nu le cunoaștem. Și au mai fost și nenumărate crize ecologice mai mici, dar semnificative (secete, inundații etc.), care au nimicit unele populații și au creat condițiile propice pentru apariția noilor întemeietori.

Întrebarea pe care și-au pus-o sau încă și-o pun biologii evoluționiști, precum Dobzhansky sau, mai recent, influentul cercetător american Stephen Jay Gould, este câte astfel de evenimente trebuie să luăm în calcul pentru a se ajunge la diversitatea pe care o întâlnim în lumea de astăzi? De câtă contingență au nevoie organismele pentru a produce suficiente mutații încât să rezulte totalul ființelor de pe Pământ?

Unii savanți evoluționiști susțin că, cu sau fără existența catastrofelor, am avea tot patru membre și un maxilar; asta s-ar numi evoluția convergentă. Ei pretind că viața de pe Pământ ar arăta în linii mari la fel, indiferent cât de multe accidente fericite s-ar petrece sau nu. Alții susțin că o planetă trebuie neapărat să treacă prin

catastrofe pentru a oferi noi locuri, așa-numitele nișe ecologice, pentru crearea diversității. Ei semnalează evenimentele de extincție în masă din registrul fosil și susțin că, fără aceste resetări globale, nu am avea animalele, plantele și microbii de astăzi. S-ar putea reduce scara, de la nivel global la nivel local, și discuția ar fi aceeași. În lipsa marilor schimbări din mediul înconjurător sau al relațiilor prădător-pradă, nu ar exista diversitate.

Este un pic neclar de ce unii biologi, foarte, foarte consacrați, s-au afundat în această confuzie. E limpede că avem nevoie și de convergență, și de contingență. Trebuie să ne supunem legilor fizicii și trebuie să profităm de oportunități. O privire aruncată speciilor care trăiesc la antipozi te va lămuri ce vreau să spun. În Australia, întâlnim în ecosistemele naturale specii analoage pisicilor și câinilor. Există necrofagi care călătoresc în haite și există vânători nocturni care își caută hrana rătăcind singuratici.

Am mai avea oare replici australiene ale câinilor și pisicilor dacă Australia nu ar fi fost legată de restul uscatului printr-o punte, cândva, în timpul unei epoci glaciare, să zicem, când gheața și zăpada au ținut apa mării deoparte? Oare fiecare ecosistem are nevoie de o haită de vânători și de un prădător de noapte? Sunt ei o consecință naturală a animalelor multicelulare care se hrănesc cu plante și a organismelor care se hrănesc cu mâncătoarele de plante? Sunt acele nișe ecologice umplute în mod inerent de natura vieții de pe Pământ sau e vorba doar despre descendența norocoasă a unor descendenți? Dacă separarea s-ar fi produs mai devreme în istoria geologică, ar mai fi existat astfel de specii-analog?

Pentru mine este evident că ambele efecte funcționează. Nu putem stabili, dintre patru sau opt picioare, care reprezintă cea mai bună soluție inerentă la problemele de mobilitate. În schimb, putem afirma că toate sistemele existente astăzi sunt rezultatul rezolvării acelorași probleme de fizică și chimie, prin utilizarea cărților de joc pe care fiecare ființă de pe Pământ le-a avut la îndemână. Însă nu văd nicio dovadă a existenței unei superputeri (a unui superjucător?) care să conducă spectacolul. De fapt, dacă stai și te gândești, există dovezi copleșitoare care indică inexistența acesteia, cel puțin atunci când vine vorba despre alegerea planurilor și designului corpurilor câștigătoare sau pierzătoare.

Poți aprofunda acest subiect și decide singur care factor este mai important. Să fie vorba despre formele convergente, precum aripile și tălpile, florile și pedunculii? Sau este vorba despre inundații, asteroizi și calote glaciare în mișcare? Nu întrevăd nicio ipoteză rezonabilă care să explice lucrurile existente astăzi și care să nu includă și convergența, și contingența în natura lor. Cum ar putea să fie altfel? Dacă lucrurile s-ar fi petrecut de o altă manieră, atunci ar fi fost diferite.

18

ȚÂNȚARI ÎN TUB

Problema pe care o au multe dintre dovezile evoluției este că sunt greu de *perceput*. Indiferent cât de precise și de clare ar fi ideile, chiar și cele mai frumoase fosile nu sunt decât niște bucăți statice de os pietrificat, iar ADN-ul nu este decât un încurcat cod molecular invizibil. Oare n-ar fi grozav să vedem cu ochii noștri cum apar noi specii, pe parcursul unei vieți umane — să experimentăm evoluția nu doar ca pe o analiză intelectuală, ci ca pe un fenomen imediat, capabil să zboare și să te muște? Ei bine, da. De aceea am fost încântat să descopăr un loc unde taman asta se întâmplă. Care este localizarea acestui uimitor spectacol evoluționist? Subteranele metroului din Londra, cunoscute afectiv sub numele de Tub.

În Londra, ca de altfel în multe locuri pe care le vizităm, există țânțari. În biologie, li se spune: Insecta, ordinul: Diptera, familia: Culicidae (insecte cu două aripi, ca niște palete), genul și specia: *Culex pipiens* (bâzâitoare). Spre deosebire de alte zone din lumea dezvoltată, londonezii au folosit stațiile de metrou subterane ca adăposturi antiaeriene în timpul celui de-al Doilea Război Mondial, când orașul a fost atacat aerian de către Germania. Pentru a fi mai greu de interceptat și pentru a face campania nazistă și mai demoralizatoare, atacurile se desfășurau adeseori noaptea. Londonezii s-au refugiat în subteran

din calea cărămizilor și a clădirilor care se prăbușeau. Mii de oameni dormeau în stațiile de metrou, în timp ce deasupra cădeau bombe. Cetățenii erau atacați pe calea aerului — nu doar de bâzâitoarele bombe explozive V-1, ci și de bâzâitul mușcător al țânțarilor care i-au urmărit în stațiile subterane. Cetățenii nu aveau unde să mai fugă, așa că țânțarii au avut niște zile pline... sau nopți pline. Țânțarii se hrănesc de obicei noaptea, în special în amurg, și tocmai asta au făcut.

Amplasamentul și construcția stațiilor de metrou sunt de așa natură încât de multe ori se adună bălți de apă între șine și în crăpături. Țânțarii își depun ouăle în apă... asta fiind probabil o dovadă a obârșiei lor din apă. Având destul sânge de supt și un loc unde să crească o familie (în fine, își depun ouăle și apoi zboară de-acolo), pentru țânțarii londonezi nu a existat presiunea de a urca în lumea de la suprafață și de a căuta păsări sau alți oameni pe care să-i sâcâie cu trompa lor. S-a întemeiat o nouă populație de țânțari, una care trăia în subteran, complet separată de verii lor de deasupra.

O populație izolată este cea predispusă la apariția unor noi specii și exact asta s-a întâmplat. În aproximativ 50 de ani, o nouă specie de țânțari a apărut în Tubul londonez: *Culex pipiens* a devenit *Culex molestus*. Traduc cu aproximație din latină: „țânțarii care bâzâie" au reușit, prin izolarea destul de îndelungată a unei populații, să devină o specie nouă, „țânțarii care sâcâie".

S-au făcut experimente în care ouăle uneia dintre aceste două tipuri de țânțari au fost amestecate cu sperma celeilalte. În general, ele nu se pot împerechea. Doar din când în când le mai reușește. Asistăm, așadar,

pe parcursul unei singure vieți omenești, la apariția unor specii noi. Enervanții țânțari subterani au ajuns să fie diferiți prin simplul fapt că nu s-au mai amestecat printre cei de la suprafață. În timp ce se reproduc — adică fac schimb de gene și dau naștere unor progenituri și mai enervante —, genele lor nu sunt copiate perfect, astfel încât, în cele din urmă, se pare că genele subteranilor sunt suficient de diferite încât să fie de neîmperecheat cu cele ale strămoșilor lor foarte, foarte apropiați, care încă mai trăiesc la suprafață. Deasupra, *C. pipiens* se hrănesc de pe urma păsărilor și a oamenilor. Dedesubt, *C. molestus* se hrănesc doar de pe urma noastră. În orice caz, e de așteptat ca sâcâitorii să mai dea și peste câte-un șobolan prin tunelurile metroului. Deocamdată, zic s-o lăsăm așa.

Deși țânțarii din subteranul londonez devin o specie diferită peste noapte, sau aproape peste noapte, în momentul de față nu sunt o specie separată, nu încă. În testele de laborator, cei din subteran se pot împerechea ocazional cu succes cu unii de la suprafață, deși majoritatea lor nu se pot încrucișa cu succes. Dacă privim lucrurile din perspectiva timpului profund, ne putem imagina că, în doar câteva decenii, ei vor deveni complet diferiți. Le va fi imposibil să se împerecheze între ei, indiferent de condiții; genele lor ar fi prea diferite. Biologii evoluționiști întrevăd aici o importantă lecție. Din cauza mutațiilor, populațiile diverg genetic odată cu trecerea timpului. Putem deduce că, dacă ne-am întoarce suficient de departe în timp, am găsi un strămoș comun pentru fiecare ființă de pe Pământ. Aceasta este una dintre marile observații ale lui Darwin. Acesta este, de asemenea,

unul dintre măruntele mesaje ale țânțarilor londonezi, scris cu majuscule.

Pe măsură ce analizezi aceste două populații de țânțari, poți vedea cum acționează divergența. Trebuie să realizezi că acest proces a avut loc dintotdeauna, cel puțin de când a început viața pe Pământ. Specii diferite provin din strămoșii lor, din părinții lor, din organismele care au fost chiar înaintea lor și din cele dinaintea celor care au fost chiar înaintea lor și așa mai departe, și așa mai departe, cu milenii și milenii în urmă.

Cele două tipuri de țânțari au o mare parte de moștenire în comun — ceea ce nu e surprinzător ținând cont cât de puțin timp a trecut de când au luat-o pe căi diferite. Dar știi ceva? Și oamenii sunt, din punct de vedere genetic, încă foarte, foarte apropiați de verii lor, cimpanzeii și maimuțele mari. Suntem destul de diferiți încât să fim considerați specii diferite; oamenii nu se împerechează cu maimuțele (cel puțin, din câte știu eu). Însă antropologii au descoperit zeci de fosile ale unor indivizi care nu aparțin nici cimpanzeilor, nici nouă. Au fost acestea niște specii complet diferite? E posibil să se fi împerecheat vreuna dintre ele cu oamenii moderni dacă au trăit în aceeași perioadă? Astea nu sunt niște întrebări în dorul lelii. Ele sunt în centrul unora dintre cele mai fascinante cercetări evoluționiste efectuate chiar în zilele noastre.

Ai auzit probabil multe despre oamenii sau aproape oamenii de Neanderthal [Nee–AND–er–tall]. Acum vreo 500 000 de mii de ani, strămoșii neanderthalienilor și oamenii moderni au luat-o pe căi diferite. Este o chestiune dificilă să efectuăm deducții despre oamenii din

vechime, bazându-ne pe puținele rămășițe disponibile, adesea doar câteva fragmente de oase și dinți. Când eram în școală, se credea că oamenii de Neanderthal erau complet diferiți de varietatea noastră umană. Adică se credea că ei și noi eram specii complet diferite și nu ne încurcam unii cu ceilalți, cu atât mai puțin în... chestiuni... intime. Acum, dovezile arată nu doar că strămoșii noștri și neanderthalienii au trăit în aceeași perioadă, dar, se pare, au și interacționat. Se pare că au practicat trocul, dar asta nu e tot. Cercetările revoluționare ale biologului suedez Svante Pääbo și ale altora demonstrează că aceste două specii de proto-oameni au făcut sex între ele. Nu eram cu mult mai diferiți decât cele două soiuri de țânțari din Londra.

Cumva, am scos-o la capăt. Oamenii și neanderthalienii au trăit împreună până acum treizeci de mii de ani. Din câte se pare, avem destule gene în comun ca să ne fi reușit chestia asta. Am fost destul de înrudiți încât să avem copii împreună. Nu pot să nu mă înclin în fața venerabilelor versuri ale artistei de jazz Joanie Sommers, care a înregistrat un șlagăr pop atipic în 1962, intitulat *Johnny Get Angry*[27], în care declară: „Vreau un bărbat curajos / Vreau un om al cavernelor..." Pentru că s-au descoperit artefacte extraordinare în peșterile din Europa, deseori îi asociem pe oamenii primitivi cu cavernele. Privind o reprezentare artistică a fizicului unui neanderthalian, vei presupune, probabil, că acești masculi erau mari și puternici, pe gustul protagonistei cântecului nostru. Cu siguranță că așa și erau, însă neanderthalienilor le

[27] În traducere, „Înfurie-te, Johnny". (*N.t.*)

trebuia, și și aveau, un creier mai mare decât al oamenilor moderni, pentru a opera într-un ansamblu mai mare. Noi doi avem creiere mai mici decât ale neanderthalienilor, dar și corpurile noastre sunt mai mici. Raportul nostru creier-corp este doar un pic mai mare decât era al lor.

Lecția pe care o avem de învățat de la strămoșii noștri, de la fata și băiatul cavernelor, și de la inamicii noștri țânțari din metroul londonez este că expresia „specie diferită" are sens doar în cazurile în care organismele au descins dintr-un strămoș comun, cu ceva timp în urmă. Procesul evoluției produce un spectru genetic pe care noi îl observăm chiar acum în rândul țânțarilor dintr-o metropolă plină de oameni moderni. Îmi amintește de o cutie mare de creioane, cum aveau unii dintre colegii mei în clasele primare. Existau creioane „roșii-portocalii" și „portocalii-roșii". Dacă vizitezi fabrica de creioane Crayola din Easton, Pennsylvania, poți observa cum sunt amestecați pigmenții. Poți vedea că se folosește doar un pic mai mult roșu pentru producerea roșului-portocaliu și un pic mai mult portocaliu pentru obținerea actualului mango-tango. Diferențele sunt ușoare, dar lesne de observat. În cazul speciilor, diferențele sunt la început neînsemnate, doar câteva mutații genetice. Însă, odată cu străbaterea timpului profund, diferențele devin extraordinare.

Remarcabil la procesul evolutiv care produce noi specii este că acesta are loc prin schimbări minore, aleatorii în cadrul genelor. Dar apoi organismul sau progenitura rezultată se confruntă cu un mediu înconjurător în care fie reușește, fie este înfrântă. Poate că mutația este aleatorie, însă presiunile de selecție sunt ucigător de specifice.

Noile specii se formează cu o viteză remarcabilă și astfel diversitatea abundă.

De vreme ce noua proto-specie de țânțari a apărut atât de rapid, nu pot să nu mă întreb dacă nu a existat și un alt factor suplimentar cu care s-au confruntat întâmplător țânțarii subterani. Sunt ei oare mai pricepuți la găsirea oamenilor decât la găsirea păsărilor de la care să sugă sângele? Ori doar le-a fost mai ușor în subteran, nefiind nevoiți să caute foarte departe după o gazdă? În fiecare zi, gazdele au coborât scările către ei. S-au îndepărtat doar genetic? Sau există și un alt avantaj pe care îl au? Răspunsul s-ar putea să fie o combinație a acestor factori. Luând în calcul toate implicațiile, ritmul de schimbare este uimitor de rapid. Gândește-te numai ce s-ar întâmpla dacă fiecare specie de viețuitoare ar da naștere unei specii noi o dată la o sută de ani!

Dacă natura produce specii noi cu așa o iuțeală, nu e de mirare că astăzi există cel puțin 16 milioane de specii pe Pământ, mulți biologi considerând că cifra reală este mult mai mare. S-ar putea să existe 100 de milioane de specii în prezent și un număr de o mie de ori mai mare de specii care au trăit și au dispărut. Chiar și dispărute, ele au dat naștere organismelor existente în trecutul mai apropiat, dar încă îndepărtat, pentru ca, în cele din urmă, să conducă la apariția noastră și a tuturor ființelor pe care le întâlnim sau le dezgropăm astăzi.

După cum te-ai aștepta, biologii pot efectua următorul pas logic. Ei pot deduce cu cât timp în urmă s-a produs separarea a ceea ce acum considerăm a fi specii diferite, chiar dacă nu există fosile, să le studieze. Unul dintre cele mai remarcabile moduri de reconstruire a

descendenței îl reprezintă analizarea codului genetic a două specii, observarea și măsurarea ritmului curent al mutațiilor, după care mecanismul ceasului genetic este dat înapoi. Cantitatea de diferențe genetice dezvăluie cât timp a trecut de când cele două specii au luat-o pe căi diferite. În unele cazuri, geneticienii pot face schimb de notițe cu paleontologii, pentru a observa ce spun fosilele. Se fac și unele presupuneri, așa că nu are cum să rezulte o potrivire perfectă, dar, de cele mai multe ori, vârstele deduse sunt destul de apropiate.

Aceasta este o altă dovadă importantă a felului cum funcționează evoluția. Două tehnici total diferite, două moduri diferite de a analiza viața, oferă aceeași cronologie pentru istoria vieții. Și, odată cu fiecare observație efectuată tot mai departe în timp, devine covârșitor de clar că toate ființele de pe Pământ au ADN și se trag dintr-un strămoș comun — întocmai cum a anticipat Darwin.

În privința țânțarilor, biologii evaluează diferențele genetice între *Culex pipiens* și *Culex molestus*. Ei măsoară ritmul schimbărilor și, după cum e de așteptat, ceasornicul genetic corespunde unei despărțiri care a avut loc în jurul celui de-al Doilea Război Mondial. În privința oamenilor, putem evalua ADN-ul cuiva din zilele noastre și, în anumite situații, putem analiza și ADN-ul cuiva mort acum câteva secole. O companie care se numește *23andMe* îți analizează ADN-ul și reconstruiește detaliile generale ale propriei tale descendențe. Folosind aceeași abordare generală, geneticienii au identificat răspândirea unor gene umane care provin de la Ginghis Han și au descoperit originea genelor responsabile de cancer, în

Orientul Mijlociu, cu mii de ani în urmă, răspândite apoi în jurul lumii odată cu migrația populațiilor evreiești. Strămoșii mei apropiați sunt din Europa, dar analiza ADN-ului meu arată că aparțin în mod substanțial populației Bantu.

De asemenea, înțelegând configurația ADN-ului strămoșilor noștri, ne putem face o idee încotro se îndreaptă evoluția umană. După cum vom vedea, mai există și alte moduri prin care putem stabili cum evoluează oamenii în prezent. S-ar putea ca descendenții noștri să fie uimiți de felul în care am ratat unele aspecte evidente ale evoluției, aspecte care poate ne-ar fi ajutat să luăm decizii mai bune pentru noi, ca societate.

Poate că unul dintre cele mai importante aspecte este acela că oamenii sunt extrem de asemănători genetic. Ne aflăm abia la gura sticlei, în procesul de părăsire a propriei noastre îngustări genetice. Drept urmare, suntem la fel de asemănători neanderthalienilor precum sunt cele două soiuri de țânțari între ele. De fapt, toți oamenii de astăzi sunt mult, mult mai apropiați de atât. Poate că acest sentiment de moștenire comună ne poate motiva să colaborăm mai des și să realizăm lucruri măreț împreună.

19

CONVERGENȚĂ, ANALOGIE ȘI OMOLOGIE

Oamenii iubesc să descopere tipare. Parcă ne este înscris în creier. Facem asta tot timpul. Spunem, „floarea asta seamănă cu genul ăla de floare" sau „norul ăla arată ca un dragon". Replica supremă din acest grup o constituie, poate, fraza, „are fix gust de pui". Recunoașterea tiparelor a contribuit, fără îndoială, la supraviețuire, ajutându-ne să recunoaștem hrana comestibilă, prădătorii periculoși, membrii familiei și așa mai departe. Însă când vine vorba despre evoluție, această tendință are niște consecințe stranii. Ne păcălește, făcându-ne să vedem relații acolo unde ele nu există și să le ratăm pe cele care nu se manifestă atât de evident la exterior. Pe de altă parte, ea ne dezvăluie, în mod intuitiv, legile fizice care alcătuiesc în atât de mare măsură selecția naturală. Bănuiesc că știi unele lucruri despre evoluție pe care nici măcar nu credeai că le știi.

Înclinația umană pentru recunoașterea tiparelor a fost cea care i-a făcut pe primii naturaliști să grupeze organismele după modul în care arată. A reprezentat un început în descifrarea sensului uluitoarei diversități a vieții. Nu trebuie să fii un naturalist excepțional de educat ca să deduci că, deși zboară şi ele, albinele sunt fundamental

diferite de păsări. Te-ai putea gândi probabil cu ușurință la faptul că păsările și liliecii sunt cumva mai înrudite între ele decât sunt cu albinele. Dacă ai mai face încă un pas — sau un fâlfâit — ți-ai da seama că pinguinii au legături mai apropiate cu ciorile decât cu langustele, deși două dintre aceste trei specii pot înota. Această înclinație către clasificarea morfologică l-a inspirat pe zoologul suedez Carl Linnaeus să creeze convenția de denumiri pe care biologii o folosesc încă pentru clasificarea tuturor speciilor cunoscute.

Însă, pe de altă parte, nu este greu să ne imaginăm un sistem diferit, în care ființele sunt clasificate mai degrabă după ceea ce fac și nu după cum arată. Albinele, păsările și liliecii pot zbura. Aripile lor se îmbină în maniere foarte diferite, dar toate aceste animale, și grupe de animale înrudite, au structuri analoage pentru a răspunde aceleiași probleme. Ele trebuie să se deplaseze pentru a se hrăni, a se împerechea și a se reproduce. Toate au convers către aceeași soluție, sau una similară, pentru a rezolva problema zborului. În biologie, noi numim acest proces evoluție convergentă și spunem că aripile lor sunt structuri analoage. Însă dacă privești mai îndeaproape, vei constata că ele sunt, totuși, foarte diferite structural și că au luat ființă în stadii foarte diferite din istoria vieții de pe Pământ.

Înțelegerea cu adevărat a evoluției presupune ambele metode de analizare și clasificare a ființelor. Dacă configurațiile fizice sunt diferite, dar funcțiile sunt similare sau chiar identice, acele specii nu sunt înrudite decât de departe. Dacă configurațiile organelor și ale scheletului sunt aproape la fel, ele sunt înrudite îndeaproape, chiar

dacă forma este mai degrabă diferită. Analiza genetică este o altă metodă de verificare a gradului de rudenie dintre două specii, indiferent cât de similare sau de diferite ar părea.

Când e vorba despre zbor, toate creaturile se confruntă cu aceleași provocări fizice, cu aceleași ecuații ale mișcării și energiei. Pentru a zbura, e nevoie ca aerul să se miște în jos cu un impuls destul de puternic pentru a susține greutatea obiectului zburător, fie că este vorba despre un șoim, o viespe galbenă, un avion de vânătoare F-18 Hornet, un pește zburător sau un liliac vampir. Uită-te la o pasăre, cu cât mai mare, cu atât mai bună. Aripile ei se mișcă în jos și înapoi. În loc să lopăteze apa și s-o împingă în spatele lor, păsările împing aerul, pe care îl forțează în jos și înapoia lor. Acest lucru oferă animalului avânt și propulsie. În fizică, tot ce curge este considerat fluid. Astfel, apa și siropul de arțar sunt fluide, dar la fel este și aerul. Există un truc în procesul de zbor, pe care îl știi, fie că ești conștient sau nu.

Când o aripă sau o suprafață plană (netedă) este deplasată printr-un lichid, ea poate, prin înclinare, să dezvolte urcare sau o forță ascendentă. Ea capătă ascensiune când i se oferă un așa-numit unghi de atac, atât timp cât rămâne în mișcare. Așadar, odată ce un șoim este în aer, el își poate dezvolta urcarea zburând în vânt. Poate urca folosindu-se de energia vântului și de unghiul de atac al aripilor sale. O însemnătate deosebită pentru un obiect zburător, fie el făcut de natură sau de mâna omului, este greutatea mică. Păsările își mențin greutatea scăzută prin faptul că au oasele goale la interior și mare parte a aripilor lor sunt alcătuite din pene. Făcute dintr-un material

foarte asemănător unghiilor tale, penele sunt remarcabil de puternice pentru greutatea lor și cresc în așa fel încât se întrepătrund, formând o suprafață aproape continuă. Având mușchii sub punctele de atașare a penelor, păsările pot trage penele în jos, astfel încât foarte puțin aer să pătrundă prin fiecare pană. Sau, păsările își pot întinde penele ca pe niște lame de elice sau ca un ventilator. Fiecare pană din vârful aripii poate asigura deplasarea pe direcția înainte, în timp ce penele interioare oferă ascensiune. Păsările pot controla configurația fiecărei pene și atinge o eficiență incredibilă.

Aripile albinelor nu funcționează în modul ăsta, cel puțin nu întru totul. În loc să aibă numeroase pene de-a lungul aripilor, care pot fi răsucite pentru a oferi în aer diferite unghiuri, albinele au patru aripi. Dacă privești îndeaproape, poți observa două perechi. În plus, de îndată ce o albină începe să zboare, aripile de pe fiecare parte a corpului ei se agață cu ajutorul unor mici cârlige (*hamuli*, latinescul pentru „cârlige") de-a lungul muchiei de atac a fiecărei aripi posterioare, pentru a forma, în esență, o singură aripă de fiecare parte a corpului. (Majoritatea albinelor pe care le întâlnim sunt femele.) Aripile albinelor sunt flexibile. Cu ajutorul mușchilor, care ocupă o mare parte din toracele unei albine, acestea își împing aripile în jos și înapoi, într-un mod asemănător cu mișcările păsărilor, dar apoi o iau razna.

Fotografiile de mare viteză au dezvăluit că albinele își răsucesc complet aripile pe deasupra, la capătul mișcării înapoi-și-în-jos trăgându-le înainte, pentru a începe o nouă bătaie de aripi. La început, mișcarea pare greu de crezut. Încearcă să îți întinzi brațul și degetele în lateral.

Întinde-te înainte, cu palma într-un unghi față de podea sau pământ, imaginându-ți că împingi aerul înapoi și în jos. Când brațul întins se află în spatele tău, ridică-l și răsucește-l, în așa fel încât dosul mâinii tale să fie îndreptat spre podea, iar palma ta să fie către tavan sau către cer. Cu ea încă răsucită, revino la poziția de la care ai pornit. Acum, fă asta de 230 de ori pe secundă — nu pe minut, pe secundă. Este uimitor. Albinele obțin o componentă de ascensiune sau un impuls de urcare atât prin mișcarea înapoi sau în jos, cât și prin mișcarea înainte sau în sus. Este o nebunie în felul ei. Le reușește chestia asta — de fapt le reușește în toate direcțiile, jos și înapoi, și sus, jos și înapoi — pentru că aripile lor se află într-o montură care le permite să se răsucească în această manieră exotică — după standardele umane. Nu e de mirare că autorul rubricii, „Știați că..." din *Washington Post*, a afirmat că albinele sfidează legile aerodinamicii (primul paragraf al acestei cărți). În 1960, zborul albinelor încă nu era înțeles.

Liliecii seamănă, în privința aripilor, un pic cu păsările și un pic cu albinele. Asemenea păsărilor, liliecii nu-și pot da complet aripile peste cap. Asemenea albinelor, după ce aripile anterioare și posterioare se agață între ele, acestea devin o singură membrană flexibilă. Liliacul, pasărea și albina au acest lucru în comun totuși, suprafața cu care înfruntă aerul este curbată și flexibilă. Păsările reușesc să zboare pentru că fiecare pană este capabilă să se miște aproape independent. Aripile albinelor sunt membrane flexibile, întinse între vene pline cu fluid. Fiecare sistem de aripi lopătează aerul și îl împinge înapoi și în jos, cu fiecare bătaie. În biologia evoluționistă, spunem

că aceste aripi sunt analoage. Acum, cuvântul analog este folosit cu destulă regularitate, dar în această disciplină, este utilizat într-un mod specific, pentru a descrie un anumit tip de relație. Albinele, păsările și liliecii folosesc aripi flexibile pentru a zbura. Dar aripile au apărut pe căi diferite în timpul procesului de evoluție. Toate utilizează aceeași fizică, dar au configurații foarte diferite.

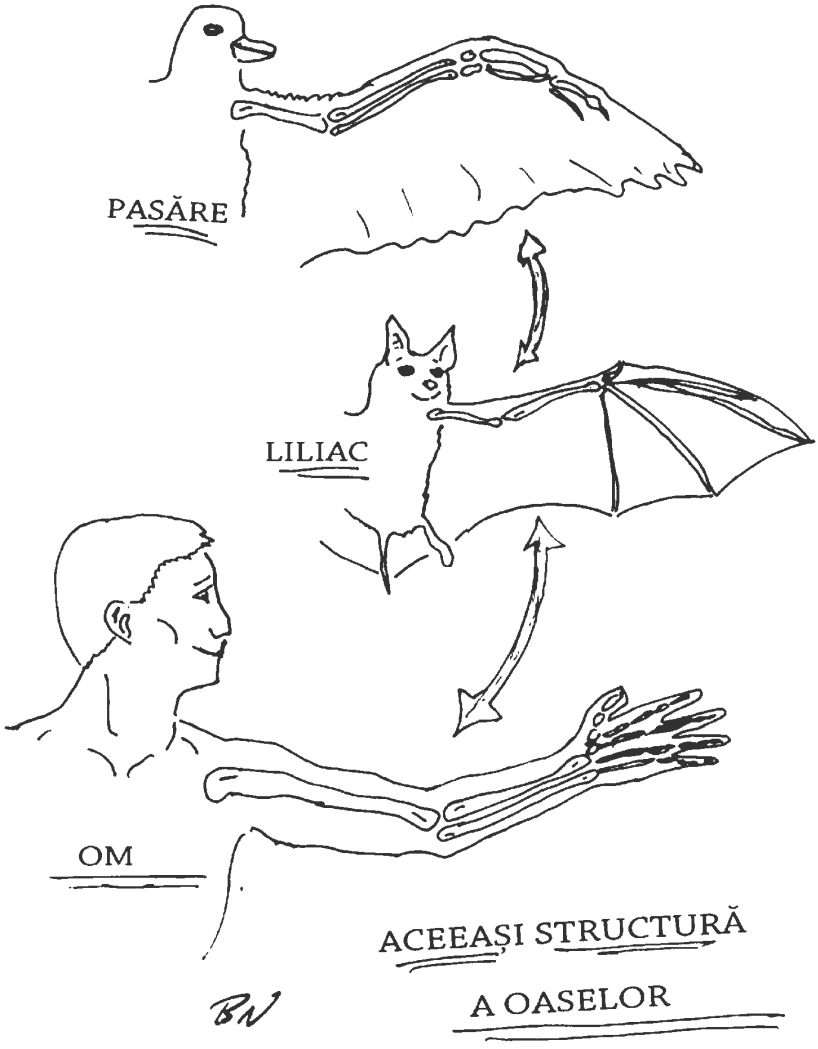
Privește în interiorul aripii unui liliac și vei vedea că nu seamănă deloc cu cea a unei muște. Ci seamănă cu oasele brațului tău. Tu ai humerus, radius, cubitus, cinci carpiene, cinci metacarpiene și 15 falange. La fel și liliecii. Și, ține minte, la fel și păsările. Aceasta a fost una dintre cele mai importante observații și descoperiri ale lui Darwin. Aceste oase se află toate în același loc și în braț, și în aripă. Doar că fiecare os pare întins sau turtit pentru a se potrivi cu celelalte oase și a forma un braț sau o aripă. În biologia evoluționistă numim aceste structuri și configurații omoloage. Ele au aceeași formă, dar nu fac chiar același lucru. Noi doi nu putem zbura. Liliecii nu pot cânta la pian. Păsările pot cânta, dar nu pot ține un băț de tobă. (O, scuze...) Am făcut un desen; e la pagina 197.

Această chestiune a omologiei este unul dintre indicatorii absolut concludenți ai procesului de evoluție. Pur și simplu, uitându-te la oasele noastre, îți poți da seama că *trebuie* să avem ceva în comun cu liliecii și cu păsările, chiar și cu pterozaurienii, acele reptile zburătoare care au trăit în aceeași vreme cu dinozaurii. Configurația oaselor lor seamănă mult cu a noastră. Au fost niște timpuri nebune atunci: cu mai mult oxigen pentru a le alimenta metabolismul, aripile pterozaurienilor erau de trei ori

mai mari decât cele ale celor mai mari păsări care trăiesc în prezent. Erau ca niște dragoni zburători și, totuși, semănau un pic cu noi. Și noi semănăm un pic cu albinele, dar mult mai puțin. Avem un nerv central, care ne străbate tot corpul. Avem o gură și un anus. Avem inimi. Dar, altfel, nu prea semănăm. Șase picioare? Cu aripi? Nu e stilul meu, domnișoară Albină. Degete la mâini și la picioare? Bine, domnule Liliac. Albinele au analogii cu liliecii. Liliecii au analogii și omologii cu păsările — și cu noi. E o nebunie. Asta e evoluția.

Atât analogia, cât și omologia sunt fascinante și esențiale înțelegerii originii noastre. Gândește-te la un pește și la un delfin. Peștii respiră oxigenul dizolvat în apă. Gazele se pot dizolva în lichide, la fel ca bulele într-o bere. Ele rămân în lichid, „în soluție", până când scoatem capacul. Un pește se adaptează la orice temperatură îi oferă apa. Metabolismul lui funcționează la viteza pe care i-o permite apa. Spunem că peștii sunt organisme cu sânge rece, sau exotermice, însemnând că primesc „temperatura din exterior". Un mamifer marin, precum delfinul, este cu sânge cald; are un sistem care îi permite să aibă aproape aceeași temperatură mereu, întocmai ca noi. Utilizează calorii pentru a menține cu siguranță acest lucru, dar poate metaboliza eficient alimentele, deoarece reacțiile chimice digestive se petrec într-un loc cald. Spunem că este un organism endotermic („temperatura din interior"), la fel ca noi.

Dar fii atent. Fie că sunt exo- sau endo-, fie că au branhii sau plămâni, au aproximativ aceeași formă. Așa și trebuie, pentru a reuși să se strecoare prin apă cu o eficiență acceptabilă. S-ar putea să observi că aripioarele



cozii peștelui sunt configurate vertical, în vreme ce coada balenei este configurată orizontal. Ai putea crede că sunt destul de diferite. Ei bine, din punct de vedere funcțional, nu chiar. Să facem comparația cu calcanul. Iese din ou pregătit să înoate, cu coada sa sau aripioara caudală

orientată sus-jos, vertical. Dar, pe măsură ce calcanul se maturizează, aceasta se răsucește și el poate sta lungit pe fundul oceanului. Aripa cozii, împreună cu restul corpului, devine orizontală. Calcanul poate înota fără să-și târâie coada pe fundul oceanului. Pe de altă parte, când analizăm strămoșii balenelor, știm că aceștia au părăsit uscatul și au început să înoate în locurile puțin adânci. E logic ca înotătoarea codală orizontală să fie mai potrivită pentru mările puțin adânci — nu lovești nisipul când înoți. Mai târziu, după ce descendenții lor au reușit să vâneze cu succes în oceanele deschise, nu a mai fost nevoie să își răsucească din nou cozile. Înotătoarele orizontale propulsează o balenă suficient de bine.

De multe ori, în timp ce făceam scufundări de mai mare sau de mai mică adâncime, am încercat să înot folosindu-mi ambele înotătoare, ca o balenă. Am simțit că mă mișc un pic mai repede pe cursa descendentă, dar am resimțit o oarecare ineficiență pe cursa ascendentă. Balenele și marsuinii nu par să aibă această problemă. Ele nu înoată cu ajutorul oaselor picioarelor, cum încerc eu; ele înoată cu șira spinării. Din moment ce, comparativ cu lungimea corpului, coloana mea vertebrală este mult mai scurtă decât cea a unei balene, nu pot înota cu aceeași vigoare. Dar nu las acest lucru să mă afecteze. Deși avem oase perfect omoloage, sunt destul de sigur că aș putea învinge o balenă ucigașă la o alergare de dimineață. Cu toate că, dacă ar exista o piscină lungă de o milă lângă o pistă de alergare de aceeași lungime, orca ar câștiga fără efort.

Putem duce această discuție un pas mai departe... sau, mai degrabă, un pas înapoi. Când examinăm

forma reptilelor marine dispărute, precum ihtiozaurii („pești-șopârlă", aproximativ contemporani cu dinozaurii), și a unor pești și mai vechi, precum Entelognathus („peștele cu maxilar complet", a trăit acum 400 de milioane de ani), observăm aceleași forme hidrodinamice carenate pe care le întâlnim la rechini, toni și orci. Pentru a înota în mare, lucrurile trebuie să decurgă neted. Apropo, a înota în mare este diferit de a proiecta o rachetă. Rachetele sunt înguste în vârf și au, de obicei, un tub drept pornind din partea inferioară a conului din vârf, până spre coadă, la pupa (ampenaj). Amplitudinea părții din față și îngustarea spre coadă sunt caracteristice de profil dinamic ale înotului și zborului, atunci când avem de-a face cu obiecte care se mișcă mai încet decât o rachetă. Așadar, aripile avioanelor și înotătoarele peștilor sunt mai ample în față și mai înguste spre partea din spate.

Peștii zburători țâșnesc din apă și zboară, aparent, pentru a scăpa de prădători. Vreau să spun că, dacă ești un ton sau un macrou care se respectă, mănânci pește. Asta e ocupația ta. Înoți în legea ta și vezi un pește care pare ideal pentru o gustare. Te apropii în mare viteză și ataci — cu fălcile deschise. Atunci, prada ta dă de câteva ori din înotătoare, străpunge suprafața apei și dispare. Cât de frustrant e lucrul acesta pentru un ton? S-a observat că peștii zburători pot pluti, în episoade consecutive, până la patru sute de metri. Dacă ești un macrou sau un om într-o barcă, la pescuit, iar peștele pe care încerci să-l prinzi se mișcă brusc din locul în care te afli la o distanță cât patru terenuri de fotbal, în doar câteva secunde — ei bine, poate fi descurajant. Peștii zburători se găsesc peste tot în jurul globului, la

latitudini tropicale. Și de ce nu? Cine să-i poată prinde? Înotătoarele lor obișnuite sunt modelate astfel încât să le ofere avânt în ambele fluide: în apa de mare și în aer. Ei pot aluneca prin mare și pot produce destulă ascensiune încât să plutească prin aer. Înotătoarele lor sunt analoage aripilor păsărilor și omoloage înotătoarelor prădătorilor pe care îi evită zburând.

Structurile analoage ale ființelor se dezvoltă pe măsură ce organismele își croiesc drum prin mediul înconjurător, generație după generație. Această tendință este valabilă și pentru plante, nu doar pentru animale. Frunzele copacilor și frunzele plantelor marine (algelor) sunt un exemplu: forme similare, la care s-a ajuns în mod complet independent. Acesta este un aspect universal al imperativului adaptativ al evoluției: adaptează-te sau mori.

Pe măsură ce o structură adoptă un proces care îi îngăduie, de fapt o forțează, să se schimbe într-atât de ușor încât linia sa descendentă să se adapteze doar un pic mai bine decât strămoșii ei mediului său înconjurător, putem reveni din nou la exercițiul meu de gândire despre inginerul care încearcă să transforme un bagaj pe roți în bicicletă. Fiecare are două roți. Fiecare are un loc de care te agăți cu mâinile. Dacă ești un meseriaș care se supune regulilor evoluției, va trebui să inventezi structuri omoloage, de la iterarea unui proiect la celălalt. Roțile vor trebui să treacă dintr-o configurație în care se află una lângă cealaltă, într-una față-spate. Și, în fiecare etapă intermediară, întreg obiectul trebuie să funcționeze destul de bine încât să reziste până la generația următoare. Acest tipar este dezvăluit de registrul fosil.

Viața, în toate formele sale, trebuie să se conformeze regulilor simple și inexorabile ale fizicii clasice — cele ale energiei și mișcării. Sigur, toate organismele din lumea noastră sunt rezultatul chimiei subtile și surprinzătoare, care este, la urma urmei, o consecință a mecanicii cuantice și a interacțiunii particulelor mai mici decât atomii. Cu toate acestea, înotul, zborul, înfigerea rădăcinilor în sol, plutirea pe mare etc. sunt toate efecte ale fizicii clasice, nu mai puțin uimitoare decât minunatele descoperiri moderne, precum bosonul Higgs sau expansiunea accelerată a universului. Legile fizicii clasice sunt îndeajuns pentru a determina toate evoluțiile convergente și structurile analoage și omoloage despre care am discutat aici.

Ce mi se pare atât de convingător la evoluție, în special la convergență, este faptul că reprezintă, în mod clar, o lege fundamentală a naturii, asemenea legilor gravitației, electromagnetismului și transferului de căldură, care modelează lumea noastră. Și, totuși, este mult mai personală decât celelalte legi, fiindcă noi suntem o consecință directă a ei. Încă și mai straniu, o putem înțelege: natura se înțelege pe ea însăși din interior.

20

LA CE FOLOSEȘTE O JUMĂTATE DE ARIPĂ?

O temă des întâlnită la scepticii evoluției darwiniste este că toate creaturile sunt atât de bine adaptate sarcinilor lor încât nu ar fi putut evolua în felul acesta prin procese naturale ascunse. Aud asta mereu. Aripile splendide ale păsărilor și albinelor, ca să iau doar două exemple, sunt astfel de minuni de geniu ingineresc care trebuie să fi fost proiectate de un creator intenționat. Această direcție de gândire poartă cu ea ideea greșită că fiecare structură biologică are sens numai în forma sa actuală. Dacă aripa unui șoim reprezintă o perfecțiune absolută, se înțelege atunci că nu ar fi putut evolua în acest fel, pas cu pas; în caz contrar, istoria ar fi fost presărată cu variante profund eronate, incomplete, ale variantei actuale a șoimului. De multe ori, creaționiștii sceptici s-au întrebat: la ce folosește o jumătate de aripă?

Ca multe critici binecunoscute ale teoriei evoluționiste, aceasta are un caracter intuitiv, însă doar până începi să privești cum funcționează lumea reală. Chiar mă bucur să pot întreba la ce folosește o jumătate de aripă sau o jumătate de ochi sau o jumătate de inimă. Acum, că ne-am gândit la o construcție destul de bună, la o evoluție convergentă și la adaptări benefice, suntem

pregătiți să abordăm și această întrebare. Te rog să mi te alături și să arunci o privire exponatului A, mai exact, *Archeopteryxului*, uimitorul animal fosilizat, care seamănă în același timp cu o pasăre, dar și cu o reptilă târâtoare. Primul specimen a fost descoperit în 1860, la doar un an și jumătate după publicarea de către Darwin a cărții *Despre originea speciilor*.

Cel mai frapant lucru despre Archeopteryx este că el sau ea are pene. Fosila este atât de frumos conservată încât i se poate observa în mod clar profilul. Ce a făcut acest animal cu ele? Ei bine, urmărind argumentul jumătății de aripă, penele trebuie să fi fost acolo pentru ca *Archeopteryx* să poată zbura. Cu siguranță, când cercetătorii studiază în detaliu trăsăturile fosilizate ale penelor *Archeopteryxului*, ei văd aceleași tipuri de foliculi sau rădăcini ale penelor pe care le vedem la speciile actuale de păsări.

În știință, o ipoteză nu ar trebui doar să explice dovezile pe care le-am găsit, ci să facă și predicții despre lucruri care nu au fost încă descoperite. Cunoscând că *Arheopteryxul* avea pene, biologii evoluționiști au stabilit că ar trebui să existe și alte forme de viață care fac trecerea între păsări și reptile, la fel cum ar trebui să existe forme tranziționale între pene și aripi. O descoperire extraordinară s-a produs în ultimele două decenii: oamenii care săpau după fosile în zonele nestudiate anterior din China au descoperit rămășițele unor dinozauri cu pene. Nu doar unul sau doi dinozauri, ci mai multe specii diferite. În plus, dovezile arată că multe dintre speciile cunoscute de dinozauri au avut și pene. Poate au avut toți; doar că penele nu s-au păstrat suficient de bine pentru a fi

văzute. Acest lucru este sau a fost adevărat chiar și pentru prădătorii de uscat, precum velociraptorii din *Jurassic Park*. (Ce spui tu acolo? Nu-ți amintești să fi văzut pene la dinozaurii din film? Asta pentru că a fost făcut înainte ca paleontologii să descopere fosilele cu pene. Știința este, în mod inerent, o activitate în desfășurare.)

Cu siguranță, velociraptorii nu zburau. Acești dinozauri aveau mușchii picioarelor dezvoltați și aripile prea mici pentru a zbura. Cu toate acestea, aveau pene; și, la fel ca la fosilele de *Archeopteryx*, se pot observa punctele de montură a penelor, așa-numiții foliculi ai penelor. Trebuie să gândești că velociraptorii au avut pene din alte motive decât pentru a zbura.

Se pare că scopul cel mai probabil al penelor a fost fie menținerea temperaturii optime a corpului, fie atractivitatea sexuală, adică pregătirea pentru reproducere. De fapt, acestea sunt cele două teorii majore în rândul experților din domeniu. Ei, și dacă speculez mai mult, pot spune că aceste pene au avut ambele funcții. Le-au ținut acestor animale de cald, dar le-au și ajutat să se dea în spectacol; asemenea unei haine elegante de iarnă.

Dar cum rămâne cu adoratul de către știință *Arheopteryx*? Ce se poate spune despre penele lui sau ale ei? Erau ele bune pentru zbor? Răspunsul pare să fie destul de clar: posibil. Este cel puțin fascinant. Dacă ai recuperat vreodată o pană de pasăre, poți să vezi că există o margine centrală, iar pe partea cealaltă se află ceea ce numim „barbe". Acestea sunt părțile tipice ale unei pene. În plus, barbele sunt unite între ele de alte structuri numite barbule (bărbi mici) și cârliguțe (cârlige mici). Întreaga

construcție este la fel de rigidă pe cât de extrem de ușoară este.

Printre lucrurile remarcabile de specificat despre o pană este și faptul că, deși axul este scobit, el este, în același timp, destul de bine structurat. Dacă ai văzut vreodată un pui nou–născut, poate ai observat că el sau ea are pene subțiri; asemănătoare firului lung de păr. Puii au, de asemenea, în jurul piciorușelor lor drăgălașe și vioaie, solzi, nu foarte diferiți de cei ai șarpelui sau aligatorului. Penele, solzii și părul se dezvoltă toate din aceleași tipuri de celule. Fiecare dintre noi, șerpi, păsări sau oameni, are capacitatea de a produce structuri din cheratină, plasticul natural, adică solzii șarpelui, penele păsărilor sau unghiile și părul tău.

Cercetătorii au studiat și mai îndeaproape resturile fosilizate de *Archeopteryx*. Modul în care sunt aranjate oasele determină majoritatea oamenilor de știință să creadă că aceste animale nu își puteau ridica aripile deasupra capului. Toate păsările pe care noi doi le cunoaștem pot face asta. Mișcările puternice ale aripilor ajută speciile actuale de păsări să împingă suficient aer în jos și suficient de repede înapoi pentru a produce ridicarea de la sol. Nu se știe cu siguranță dacă *Archeopteryx* ar fi putut zbura cu această mișcare modernă. Cu toate acestea, iar asta înseamnă mult chiar și pentru mine, penele găsite în apropierea fosilelor de *Archeopteryx* nu erau simetrice, ceea ce înseamnă că aceste animale ar fi putut zbura, cel puțin într-o oarecare măsură.

Dacă pilotezi avioane, acest lucru îți este cunoscut. Dacă nu, data viitoare când te afli în preajma unui avion, observă aripile, mai groase în față decât în spate.

Ca o primă aproximație foarte bună, aripile sunt mai groase într-un punct care reprezintă aproximativ un sfert din distanța față-spate, de la marginea din față până la marginea din spate. Dimensiunea unei aripi din față până în spate se numește coardă (ca un segment de linie într-un cerc). Cea mai groasă parte a aripii se află în punctul situat în sfertul corzii. Acolo, noi, oamenii, intervenim cu cea mai mare bârnă de sprijin, sau longeron de aripă. Ea trece de-a lungul aripii (în sens transversal spre corpul avionului). Ei, bine, penele pe care le folosesc păsările pentru zbor funcționează după același principiu. Arborele, sau marginea penei folosite pentru zbor, rulează de-a lungul punctului din sfertul corzii unei pene. Penele de *Archeopteryx* nu sunt cu nimic diferite.

La păsările actuale, dar și la speciile dispărute de păsări, penele din coadă *nu* sunt asimetrice. În schimb, ele sunt aproape la fel, de la stânga la dreapta. Aceste pene nu sunt supuse forțelor, sau încărcăturii de curent, ca penele de zbor ale unei păsări. Și, stai puțin... stai puțin... mai există și altceva. Păsările actuale au pene suplimentare, numite tectrice, în partea superioară a penelor primare. La păsările zburătoare actuale, tectricele sunt utilizate pentru a alinia fluxul de aer pe deasupra aripilor. Acestea funcționează asemenea carenajelor pe care le montăm la avioane. Privește sub aripa unui avion de linie modern, vei vedea așa-numitele carenaje-canoe, care mențin trecerea lină a aerului în jurul mecanismelor care controlează suprafețele de ridicare, cum sunt flapsurile. Carenajele dau greutate avionului și sunt importante în înfrângerea rezistenței aerului. Penele tectrice ale păsării

adaugă și ele o mică greutate. De asemenea, ele consumă energie, ca să crească și să înlocuiască în timp penele uzate. Procesul este asemănător cu cel al unghiilor, care cresc în mod continuu pentru că le uzezi. (Încearcă să pui bandă adezivă peste unghiile tale, timp de câteva ore. Vei observa cât de mult îți folosești unghiile. Este surprinzător.)

Termenul ampenaj se referă la penele din coada sau aripioarele unei săgeți, la coada unei păsări sau la coada unui avion. Reține: rădăcina latinească *penna* înseamnă „pană". Timp de secole, oamenii au folosit pene drept instrument de scris. Și, dacă tot ne aflăm la acest capitol, reține şi că penele principale din coada unui păun sunt asemănătoare cu penele din coada altor păsări. Penajul sălbatic și viu colorat cu care face paradă în curte este alcătuit în întregime din tectrice alungite și pestrițe, din pene mici uriașe... La fel ca toate celelalte păsări care zboară, păunii nu supun tectricele unei mari încărcături de avânt, deși acestea sunt imense.

Într–un studiu remarcabil, oamenii de știință au analizat fosile de pene de *Archeopteryx* și fosile de pene ale speciilor înrudite, cu un sistem performant de raze X. Ei au stabilit că există peste 80% șanse ca penele să fie închise sau chiar negre, ca ale corbului sau ciorii. Dacă ai aruncat vreodată un disc Frisbee, este posibil să fi observat că discurile mai închise la culoare sunt mai rigide. Același lucru este valabil și pentru recipientele pentru depozitarea alimentelor, cu cât sunt mai opace, cu atât sunt mai grele și mai rigide. Așa-numitul pigment de încărcare al plasticului afectează rigiditatea acestuia. În general, e din cauza cheratinei, materia din care sunt

făcute penele. Penele închise la culoare ar fi mai rigide și probabil mai potrivite pentru zbor.

În 2013, a fost descoperit al unsprezecelea exemplar de *Archeopteryx*. Aparent, *Archeopteryx* a evoluat în jurul aceleiași perioade ca și alte câteva reptile cu pene. Analiza „penelor de pantaloni" de la *Archeopteryx*, din jurul gleznelor, indică faptul că el sau ea ar fi putut, probabil, zbura, cel puțin într-o oarecare măsură. Chiar dacă penele nu erau potrivite pentru un zbor cu normă întreagă, alte specii contemporane aveau pene care le făceau apte de zbor. Scena crimei este veche, iar juriul încă deliberează.

Recunosc: sunt fascinat de ființele care pot zbura. Poate că sunt doar invidios. Mi se pare o strategie destul de inteligentă. Dacă ai abilitatea asta, poți traversa pământul și oceanele. Poți evita prădătorii, găsi de mâncare, găsi un loc de odihnă fără să te uzi sau să te murdărești. Dar zborul, pentru orice organism sau mașină construită de om, este o afacere complicată. În inginerie spunem că, dacă ai un motor suficient de mare, poți face orice să zboare. În multe privințe, problema mai dificilă este direcționarea. Imaginează-ți o mașină pe care nu o poți pilota. Nu ai avea nevoie de o garanție, pentru că s-ar prăbuși cu siguranță. Zborul are nevoie de o acționare continuă și precisă a direcției, în trei axe: rotire, întoarcere și urcare-coborâre (răsucire, răsturnare și cabrare). Fără control în timpul zborului, o pasăre ar fi ca o rață moartă. Oare *Archeopteryx* a avut istețimea să reușească?

Studierea atentă a craniului unui *Archeopteryx*, în special a creierului său, indică faptul că ea sau el nu numai că avea pene și aripi suficiente pentru zbor, ci că avea un

creier suficient de mare pentru a putea zbura. Aproape toate avioanele noastre au stabilizatori orizontali, sau profundori, și coadă verticală, care se înalță drept și are încorporată o cârmă mobilă. Dar acum, analizează bombardierul B-2; nu are nici coadă verticală și niciun fel de coadă. Tacticienii militari au vrut să elimine coada verticală, pentru că putea fi detectată cu ușurință de radar. Orice avion cu o coadă verticală este mult mai ușor de detectat decât avioanele care nu au nevoie de una. Ține minte că aceste cozi mențin avionul pe direcția de mers dorită, la fel cum face și coada săgeții, ampenajul ei.

Proiectarea unui avion fără coadă verticală a fost o mare chestie în micul meu univers al proiectării avioanelor (mi s-a asigurat securitatea pentru un timp, și așa mai departe). Evident, pentru o pasăre, să zboare fără ea este ușor, ca o zi la birou... sau în cuib. Oamenii, însă, au proiectat un avion fără coadă verticală, capabil să zboare, cu mari eforturi, și au făcut-o, probabil, la 150 de milioane de ani după ce le-a reușit păsărilor. A fost nevoie de ani întregi de cercetare și de dezvoltarea unor calculatoare de control al zborului, care să funcționeze destul de repede încât să regleze continuu celelalte suprafețe de comandă, cum ar fi eleroanele din interior și din exterior. Poate că *Archeopteryx* nu a avut astfel de probleme, pentru că avea și pene, și creier ca să reușească.

Cu toate acestea, este rezonabil să considerăm că *Archeopteryx* putea zbura un pic sau poate suficient încât să planeze cu ajutorul vântului și al coloanelor de aer cald (termale), așa cum fac multe păsări în prezent. Este distractiv dacă te gândești. Chiar dacă nu și-au putut ridica aripile, așa cum o fac acum păsările, chiar dacă

penele lor nu erau suficient de lungi sau destul de puternice pentru a-și echilibra corect greutatea, chiar dacă creierul lor nu le-a putut conduce peste o mare caldă sau printr-o pădure deasă, cu toate astea, trebuie ca ele *aproape* să fi zburat.

Oricum te-ai gândi, *Archeopteryx* avea practic o jumătate de aripă. *Velociraptorul* avea ceva mai mult de un sfert dintr-o aripă sau o optime dintr-o aripă. Și, știi ce? Aceste faze intermediare au funcționat foarte bine; ele erau adaptate doar unor funcții puțin diferite de aripa unui șoim. Poate că *Archeopteryx* putea plana din cracă în cracă. Poate că el sau ea a avut capacitatea de a sări de pe o ramură înaltă sau de pe stâncă și să aterizeze încet, fără să-și rupă un picior sau să-și frângă gâtul. Poate că aproape au putut zbura. Dacă asta a fost situația, atunci ar fi ca și cum ar fi avut doar o jumătate de aripă. Dar dacă toate aceste pene nu aveau alt rol decât să le țină cald acestor animale? Sau dacă toate gândurile mele despre performanța lor aerodinamică au fost doar atât: gânduri cu voce tare, fără o bază solidă? Și ce dacă penele erau doar podoabe, pentru a-și cuceri semenii? Asta ar fi destul de bun, în sens evolutiv și, de asemenea, foarte util. O jumătate de aripă era tot ce avea nevoie un *Archeopteryx* pentru a supraviețui.

Archeopteryx a fost, potrivit modului nostru modern de gândire, un animal de tranziție. Fosilele sale sunt tranziții de la dinozauri cu pene la păsări. Și, dacă nu ai auzit deja, păsările care zboară astăzi sunt în realitate descendenți direcți ai vechilor dinozauri. Vedem asta în picioarele, fosilele și penele lor. Darwin a intuit destul de bine această relație, cu mult înainte ca analiza cu raze X

să fie inventată sau ca punctele din sfertul corzii să fie postulate. A fost un tânăr cu o gândire profundă.

Dar aici intervine un aspect crucial: la vremea lui, *Archeopteryx* nu era *ceva* tranzițional sau vreo jumătate din ceva. A fost o creatură bine adaptată mediului său. Pentru un constructor, *Archeopteryx* arată ca o versiune incompletă a felului în care ne-am aștepta să arate o pasăre, deoarece așteptările noastre sunt stabilite de aspectul păsărilor de astăzi. La vremea sa, *Archeopteryx* a fost un competitor perfect întreg pentru ecosistemul său.

Dacă aceste prototipuri de păsări antice au fost ca păsările actuale și și-au folosit penele pentru a-și menține temperatura corpului, la fel cum facem noi și păsările moderne, este destul de logic să presupunem că vechii dinozauri reușeau să-și genereze singuri căldura, întocmai ca noi. Ce zici de asta? În loc să fi fost niște animale care se mișcă încet, dependente de soare, asemenea șerpilor, erau rapide ca un șoim sau o pasăre colibri. Dinozaurii înfricoșător de rapizi din filmele *Jurassic Park* au fost inspirați din aceste descoperiri de fosile. Și știința continuă să avanseze. Unele dintre cele mai recente studii sugerează că dinozaurii nu au fost nici specii cu sânge cald, dar nici cu sânge rece. S-ar putea să fi fost ceva între: cu jumătate de sânge cald, care (la fel ca o jumătate de aripă) a funcționat de minune pentru ei, vreme de multe milioane de ani. Voi folosi un nou termen: *mesotermic*, adică „căldură de undeva de la mijloc, între interior și exterior".

Dinozaurii cu pene sunt o descoperire dintr-o serie recentă care completează povestea evoluției, prin ilustrarea tranzițiilor dintre un tip de organism și altul. Momentele de tranziție sunt aproape imposibil de găsit

cu exactitate (o trăsătură specifică echilibrului punctat), dar, în multe cazuri, este posibil să descoperim formele intermediare mai generale — cu perseverență și o strategie inteligentă.

Timp de mulți ani, oamenii de știință evoluționiști au fost frustrați că nu au găsit niciun animal de tranziție între pești și animalele terestre, cum ar fi șopârle, crocodili și aligatori. Asta până când s-au gândit mai bine. Ei credeau că o astfel de creatură ar fi trăit într-o baltă sau într-o mlaștină și ar fi existat acum 375 de milioane de ani. Când oamenii au descoperit o mlaștină fosilizată, purtată de mișcarea plăcilor tectonice către nord, spre Canada de Est actuală, au început căutarea. Astfel, Neil Shubin a reușit să găsească remarcabilul *Tiktaalik*, un pește cu trăsături tranzitorii, ceva între înotătoare și picioare. În contextul discuțiilor noastre actuale, am putea spune că *Tiktaalik* avea jumătate de membre. Dar, din punctul de vedere al creaturii, nu era nimic de genul acesta. Ce deținea ea era ceva ce îi permitea să se târască pe pământ, să scape de prădători sau, poate, să arunce o privire mai bună asupra prăzii.

Nu pot accentua destul semnificația acestei descoperiri. Ca oameni de știință și ca ne-tocilari care folosesc metodele științifice, tot ce ne dorim este predicția. Vrem să venim cu teorii care să ne permită să facem predicții despre viitor. Este în natura noastră. Strămoșii noștri care nu s-au deranjat să facă predicții despre viitor, fără îndoială au fost foarte repede eliminați de alți strămoși care puteau prezice anotimpurile, mișcările turmelor de pradă și creșterea plantelor pentru hrană. Oamenii de știință au prezis că un animal precum *Tiktaalik* va fi găsit, și l-au

găsit. Am livrat acest argument în cadrul dezbaterii din Kentucky cu adversarul meu creaționist. Creaționismul, spre deosebire de știință, nu poate prezice nimic. Pe lângă faptul că este în mod clar greșit, este evident că nu e nici util. Și bineînțeles că un apendice care servește atât ca picior, cât și ca înotătoare, a fost, fără îndoială, extrem de util pentru animale precum *Tiktaalik*. Așa s-au mișcat, au vânat, au scăpat de prădători și s-au reprodus.

Eficacitatea unei jumătăți de aripă este o întrebare veche, care are un răspuns clar și convingător în contextul evoluției. Iată un alt exemplu fantastic despre modul în care evoluția produce forme intermediare. În anii 1990, un grup de vânători de fosile au găsit rămășițele unei balene care, cândva, mergea. Fără glumă. Fosile de *Ambulocetus* (balene care merg) au fost descoperite pe teritoriul actualului Pakistan.

Ambulocetus a trăit în ape puțin adânci, unde, judecând după dinți, se hrănea cu alte animale. Prin analiza chimică a acestor dinți, cercetătorii au stabilit că *Ambulocetus* a reușit să facă tranziția de la apa sărată la apa dulce. Aceștia locuiau în estuare, unde râurile se varsă în mare. Probabil că nu au avut probleme să găsească de mâncare în aceste zone fertile. Și aveau păr, suficient cât pentru a fi evident în fosilele lor. Aceste animale au evoluat în forma actuală a balenelor noastre. Aveau o jumătate de înotătoare și o jumătate de copită. Să fii convins că s-au folosit de ambele. *Ambulocetus* au trăit în număr suficient de mare și și-au păstrat capacitatea reproducătoare suficient de mult timp pentru ca noi să le găsim fosilele, 50 de milioane de ani mai târziu.

Jumătate de aripă, jumătate de picior sau jumătate de labă au fost suficient de bune încât să-și înzestreze descendenții care zboară, merg și înoată printre noi până în ziua de astăzi. Fiecare caracteristică trebuia să funcționeze destul de bine la timpul său. Și fiecare a făcut-o destul de bine.

21

CORPUL UMAN SE MIȘCĂ, VORBEȘTE ȘI O FACE DESTUL DE BINE

Nu trebuie să dezgropi trecutul pentru a găsi exemple de modele de design suficient de bune. Nici măcar nu trebuie să vizitezi grădina zoologică. Pot să-ți sugerez, cu respect, să mergi până la oglindă? Noi doi și părinții noștri, și părinții lor, și copiii tăi suntem rezultatul umblător, grăitor și (uneori) dansator al principiului evoluției numit „destul de bun". Noi doi vom îmbătrâni. S-ar putea să ai deja necazuri, dureri, să porți ochelari sau să ai plombe dentare. Dar generația ta, indiferent care este asta, a fost suficient de bună pentru a ajunge atât de departe. Aceasta este o altă consecință a faptului că suntem creați prin selecție naturală. Nu există niciun motiv ca natura să funcționeze în alt mod. Nu există presiune evolutivă pentru a produce modele mai bune decât este necesar.

Fiecare caracteristică a unui organism are nevoie de energie pentru a funcționa. Mâinile, ochii, creierul — toate acestea necesită energie chimică de undeva, iar planul sau proiectul pentru ele au venit sau provin din ADN-ul nostru. Nicio entitate din conducerea Magazinului de Design al Omului nu anticipează de ce caracteristică are nevoie în viitor. Indiferent care

organism este, întâmplător, mai bine adaptat lumii în care s-a născut, cu toate mutațiile sale (ale noastre) formate aleatoriu și selectate în funcție de sex, acela are șansa de a se reproduce, cum ai avut și tu. Trăsăturile tale, precum culoarea ochilor, grosimea unghiilor, articulația cotului și dispoziția emoțională, fie îți permit să trăiești suficient de mult pentru a te reproduce, fie nu. Modelele bune ale naturii le elimină din competiție pe cele nu-atât-de-bune.

Această trăsătură fundamentală a selecției naturale explică ceva ce ne îngrijorează pe toți. Ori, dacă nu suntem tocmai îngrijorați, măcar suntem profund conștienți de asta: vom muri cu toții. Știu, e de rahat, dar este modul în care funcționează lumea noastră. Din punct de vedere evolutiv sau din punctul de vedere al genelor (dacă au puncte de vedere, desigur), ce importanță are? Faptul că ai acest creier mare și te poți îngrijora pe tema asta este, într-un mod fermecător, problema ta. Evoluția, cu cele 16 milioane de specii de animale, plante, microbi și viruși, continuă, indiferent dacă noi doi ne exprimăm îngrijorarea sau nu. Toate ființele care trăiesc pe pământ, de la meduze până la zebre, se confruntă cu această etapă.

Pentru mine, ceea ce aduce cu adevărat acest fapt în discuție este lumea ficțională a supereroilor. Toată lumea a auzit de personaje precum Superman, Spider-Man și Wolverine. Ei au superputeri. O, dacă aș putea zbura! Cât de cool ar fi asta? Sau dacă am avea puteri supranaturale? Nu ar fi bine să poți fi în pielea fiecărui ticălos la care te poți gândi? Pentru mine, acești eroi de benzi desenate ne ajută să ne imaginăm ce am schimba la sinele nostru biologic. Ei sunt, totodată, un mijloc de a cultiva gândirea

logică. Nu glumesc. Ce-ar fi dacă tu, Green Lantern, ai putea muta obiecte peste tot cu inelul... cu excepția cazului în care obiectul este galben? Oarecum, este o prostie. Altfel, este un exercițiu mental care te ajută să observi un detaliu în lumea din jurul tău pe care mulți dintre noi ar putea altfel să îl ignore.

Batman este important în această discuție. Stai, ascultă-mă. Nu are superputeri. Este doar un om strălucit și un sportiv minunat, care nu-și pierde niciodată cumpătul și este uluitor de bogat. Omule, vreau să fiu tipul ăla! Dar chiar și Batman este plin de trăsături umane pe care un designer grijuliu — un designer inteligent, după termenul preferat de unii creaționiști — îl va îmbunătăți.

Unul dintre cele mai intrigante detalii ale designului uman este faptul că instalațiile noastre de eliminare a deșeurilor sunt în imediata vecinătate a instalațiilor noastre de reproducere și de producere a plăcerii (chiar și pentru Batman, presupun, deși aceste informații nu sunt disponibile). Anusul tău este chiar lângă penis sau vagin. Ai fi pus uretra acolo, chiar în mijlocul chestiunii? Dacă ai fi fost responsabil, nu le-ai fi despărțit puțin? Cât de greu putea fi? (Sistemul de admisie al aerului unei mașini și conducta de eșapament se află în poziții diametral opuse, nu-i așa?) Pare o problemă simplă de corectat. Vorbind de admisia aerului: de ce este al tău alături, sau de fapt, chiar deasupra, sistemului de alimentare cu energie? Conducta ta de aerisire (traheea) este chiar lângă conducta de alimentare (esofag), ceea ce poate cauza asfixierea. Care-i faza? N-ar fi putut fi îmbunătățită?

De ce trebuie cineva să poarte ochelari cu lentile corective? Nu ți-ai propus, în calitate de designer, vederea

perfectă pentru toată lumea? De ce atât de mulți dintre noi avem arsuri solare? De ce nu este pielea ta mai fină și mai puțin sensibilă în același timp? Același lucru cu șoldurile, genunchii și ligamentele încrucișate anterioare: De ce să nu le fi făcut mult mai rezistente? Atunci n-am avea toate aceste operații de înlocuire și reparare.

Data viitoare când te uiți în ochii unei caracatițe, respect-o sau respectă-l, deoarece ochiul său are un design mai bun decât al tău. Avem un punct orb aproape de mijlocul retinelor noastre, unde se conectează nervii optici. Creierul tău trebuie să completeze piesa lipsă a imaginii, astfel încât să nu detectezi problema. În plus, celulele sensibile la lumină ale ochiului uman sunt ascunse în spatele altor straturi de țesut, ceea ce creează o ușoară distorsiune. Nu este un aranjament optic optim, dar așa am evoluat. Ochii de caracatiță nu au niciuna dintre aceste probleme. Ochii caracatițelor și ai oamenilor au luat ființă pe căi evolutive diferite; și iată-ne cu toții aici.

Unul din trei aruncători din Liga Superioară de Baseball a Statelor Unite a trecut prin așa-numita operație „Tommy John" (după numele primului jucător care a fost supus procedurii). Ligamentul ulnar colateral, din jurul cotului, se uzează. Chirurgii recoltează un ligament de undeva din corpul tău (al unui aruncător), fac niște găuri mici în oase și leagă piese de schimb în braț. Procedurile funcționează foarte bine. Chirurgii moderni nu țin numărul la cât de multe operații de acest tip au făcut. Dacă ai proiecta tu cotul, nu ai face ligamentele lui mult mai bune sau mai dure? Sau n-ai face în așa fel încât oamenii să nu vrea să joace baseball? Încă și mai bine, nu

ne-ai determina creierul să ne oprească să jucăm înainte ca ligamentele cotului să fie uzate? Nu. Aruncătorii își folosesc brațul operat. În zilele noastre, o treime dintre ei se bazează pe alți oameni pentru a-și repara problemele cauzate de uzură.

Când mă gândesc la asta, cred că, în cazul de față, creierul este cea mai mare problemă. În primul rând, de ce trebuie să dormim? Îmi vine să și țip (după cum au copiii obiceiul), oare nu am putea proiecta un creier care să poată funcționa non-stop? Computerele noastre rulează zi și noapte cu puține dificultăți și nu au avut nevoie de un miliard de ani pentru a ajunge aici. De ce nu și noi? De ce devenim derutați (în cazul meu, mai derutat)? De ce nu ar putea creierul să facă totul, doar așa, într-o clipă? Cât de greu ar putea fi? Dacă unii dintre noi își pot da seama cum să rezolve probleme aritmetice într-o clipă, de ce nu ar putea toată lumea? De ce nu putem fi cu toții capabili să rezolvăm probleme de calcul? Cu designerul potrivit la butoane, am fi cu toții perfect echipați, așa cum spune distribuitorul de mașini. Dar nu suntem și evoluția este motivul.

Corpurile noastre, ca și cele ale oricărui alt organism de pe Pământ, reflectă fiziologia generațiilor succesive de strămoși care au fost construiți suficient de bine pentru a se reproduce. Și așa trebuie să fie: suficient de bine. Oamenii care au avut sau au dificultăți în acceptarea procesului de evoluție, adesea arată (dar nu cu bățul) spre ochiul uman și se minunează de construcția sa. Ei își exprimă scepticismul ferm că o asemenea structură eficace și minunată ar fi putut lua naștere fără un designer atotputernic. Într-adevăr, aceasta este o altă variantă

a argumentului cu „jumătatea de aripă" și este la fel de ușor de respins.

Dacă te gândești puțin, vei găsi în natură nenumărate exemple de organisme care au celule sensibile la lumină. Este destul de ușor să ne imaginăm celule care simt căldură. Lumina și căldura sunt același tip de energie, dar cu lungimi diferite de undă și adesea cu intensități diferite. În natură, găsim celule sensibile la lumină la viermele plat, de exemplu. Găsim celule sensibile la lumină, trasând o cavitate sau o adâncitură pe carapacea unei moluște; ochi care funcționează destul de bine pentru ele. Găsim celule sensibile la lumină în ochii nautilului, care sunt iluminați printr-o deschidere foarte mică, la fel ca și camera obscură construită de tatăl meu în timp ce era închis într-un lagăr de prizonieri de război. Vei găsi lentile de ochi la păianjen, care le spune de unde vine lumina. Vei găsi lentile de ochi complexe, cu șabloane repetate, la insecte și așa mai departe.

Ochii noștri provin din milioane de ani de încercări și eliminări ale erorilor. Vei găsi organisme cu celule transparente. Cu alte cuvinte, există o multitudine de exemple de pași intermediari necesari pentru a ajunge de la „petecul de lumină" al viermelui plat la globul ocular de dimensiuni reduse al uriașului calamar, la ochii vulturului pleșuv, care poate vedea imaginile de opt ori mai bine decât noi. Este ca și cum ar avea de opt ori mai mulți megapixeli în camera telefonului lui inteligent. Etapele intermediare sunt încă în vigoare. Fiecare dintre pașii pe care i-am menționat există astăzi în natură pentru că fiecare dintre acești ochi este suficient de bun pentru a menține fiecare animal și genele sale în joc, jocul vieții.

Că veni vorba despre jocul vieții, care este, după părerea ta, cel mai periculos animal de pe Pământ? Cine este cel mai rău? Tu, desigur. Noi suntem. Suntem entitatea dominantă în împrejurimi. Dacă ești o vacă, oamenii te vor crește, te vor mulge, te vor ucide și te vor mânca. Dacă ești un șoarece, poți alerga printre picioarele lor, dar oamenii te vor extermina, dacă le stai în drum. Hei, poți fi o balenă în mijlocul oceanului și oamenii vor construi nave suficient de mari ca să navigheze pe mare, să te vâneze și să te omoare. Oamenii sunt șmecheri deoarece au creiere mari (chiar dacă nu le folosim pe deplin — din nou asta îmi aduce aminte de fostul meu șef). Așadar, permite-mi să te aduc puțin cu picioarele pe pământ, subliniind faptul că creierul uman, lucrul extraordinar care ne ridică deasupra tuturor celorlalte specii, este doar un alt exemplu al standardului suficient de bun al evoluției.

Creierul nostru este cu mult mai mare, în raport cu greutatea corporală, decât creierul unui cal, de exemplu. Cred că ăsta este motivul pentru care caii pot fi timizi și pot acționa puțin sălbatic și, conform standardelor umane, irațional și periculos. Creierul nostru, prin comparație cu al câinelui, chiar și cu al unui câine inteligent, fericit și înțelegător, cum este, fără îndoială, câinele tău, este enorm. Raportul creier-corp-greutate la om este ceva mai mare decât cel al verișorilor noștri genetici, cimpanzeii. Dar creierul nostru nu este neapărat mai mare, în raport cu greutatea corporală, decât cel al foștilor noștri vecini, neanderthalienii. I-am depășit pe ei și poate pe alte câteva zeci de strămoși aproape-umani sau „hominizi". Noi suntem doar pasul următor. Creierul nostru,

în comparație cu corpul nostru, este doar puțin mai mare decât al celuilalt tip sau tipă. Nici creierul nostru nu este unic în modul în care funcționează. Ați văzut vreodată un câine, atunci când el sau ea este adormit(ă) și totuși puțin activ(ă)? Se mișcă și se agită foarte mult, așa cum o facem și noi. Nu trebuie să fii neurolog ca să-ți dea seama că cel mai bun prieten al nostru visează. Creierul lui are aceleași conexiuni ca al nostru.

Suntem doar cea mai recentă versiune a unui creier suficient de bun pentru a ne duce viața în concurență cu multe alte organisme din ecosistemul nostru. Ca o consecință, putem comunica în moduri care, cel puțin din punctul nostru de vedere, par a fi mult mai complexe decât alte rude genetice, cimpanzeii, bonobo și gorilele. Putem scrie cărți și le mulțumim cititorilor pentru lectură. Mulțumesc. Putem înțelege tiparele din natură, înregistra și face predicții pe baza lor. Putem descoperi calcule, scrie piese, dezvolta proiectoare de filme și realiza filme care redau povești despre un viitor care s-ar putea sau nu să se întâmple. Această discuție despre evoluție nu ar fi posibilă dacă nu am avea abilitatea de a face un pas înapoi și de a fi conștienți de situația noastră aici, pe Pământ și în cosmos. Un creier mai bun nu este același lucru ca un creier perfect.

Deși creierul nostru ne permite să vedem un viitor remarcabil, nu este clar dacă vom putea să zburăm în jurul galaxiei sau universului, să mergem pe o planetă și să vorbim cu ființe care vorbesc limba engleză (de exemplu). Și cine știe? Unele specii viitoare, mult mai inteligente, ne vor privi retrospectiv ca formă de tranziție cu „jumătate de creier".

Îngăduie-mi încă puțin timp să-ți mai prezint o dovadă încântătoare a designului destul de bun al creierului nostru. Studiile au arătat că nu numai creierul tău îți dirijează mișcările, dar și mișcările tale pot afecta ce crezi sau cum te simți. Atunci când subiecții unui test sunt determinați să se deplaseze către un străin, subiecții tind să-l placă pe străin mai mult decât atunci când subiecții sunt determinați să se îndepărteze. Acesta este motivul pentru care obiceiul de a da mâna cu cineva și reverența au devenit tradiții. Când ne îndreptăm spre cealaltă persoană, simțim, la un anumit nivel, că acceptăm cealaltă persoană. Psihologii și neurologii au inventat expresia „cunoaștere întrupată". Când creierul îți dirijează corpul spre a face ceva, corpul tău, într-un sens, îți îndrumă creierul să simtă ceva. Spun acest lucru, pentru că este, pentru mine, încă un semn că creierele noastre provin din creierul strămoșilor noștri. În literatura umoristică, ne-am numi o glumă derivată. Suntem întocmai celorlalți hominizi, însă actualizați astăzi să fim amuzanți (sau înalți, inteligenți, drăguți sau fermecători).

Iar creierul, ca orice parte a corpului, este muritor. Chiar acum, tot felul de cercetări și lucrări medicale se fac pentru a ne prelungi viața. Acest lucru se poate întâmpla pentru generațiile viitoare, dar am sentimentul că, deși oamenii vor trăi până la două sute de ani, nu va fi o mare diferență în schema evolutivă a lucrurilor, pentru că ceea ce contează pentru cineva este să își transmită genele mai departe. Este la fel de valabil pentru tine, pentru mine, ca și pentru homari. Perioada de reproducere a omului va rămâne probabil în jur de treizeci de ani, chiar dacă acea persoană continuă să trăiască și să plătească impozite

pentru mai multe decenii. Că îmbătrânim, că ne uzăm, asta nu schimbă mare lucru pentru schema evolutivă a lucrurilor, atâta timp cât ne reproducem. Un timp de reproducere de treizeci de ani a fost suficient de bun pentru strămoșii noștri și, de bine, de rău, trebuie să fie suficient de bun și pentru noi.

Mi se pare corect ca durata vieții unui om să fie, de asemenea, rezultatul încercărilor și erorilor naturale. Dacă am avea o viață mai scurtă, nu am ajunge la vârsta la care să fim capabili să ne reproducem. Dacă am trăi prea mult timp, atunci sistemul imunitar ar slăbi prea mult pentru a continua lupta împotriva generațiilor viitoare de germeni și paraziți. În schimb, cele șapte, opt sau nouă decenii sunt perioadele potrivite de timp pentru a fi în mod natural productiv, fără a fi o povară, fie pentru propriul sistem imunitar, fie pentru tribul nostru. Este un gând pe cât de îngrijorător, pe atât de încrezător, în funcție de modul în care privești lucrurile.

Să presupunem că știi că vei trăi două sute de ani. Te vei mai agita atât de mult? Ai mai munci pentru o viață mai bună? Te-ai deranja să înveți algebra sau ai zice că ai putea să o înveți mai târziu?

Ar fi perioada de fertilitate diferită? Ar putea femeile să conceapă copii după vârsta de șaizeci de ani? Oare sperma unui bărbat nu se va degrada odată cu vârsta? Prelungirea vieții ar putea fi distractivă, dar probabil că nu ar conta prea mult în capacitatea noastră de reproducere și în evoluția noastră pe termen lung.

Fiecare dintre noi, fiecare dintre cei care au citit aceste cuvinte, a reușit să scape viu până acum. Niciunul dintre noi n-ar fi aici dacă nu ar fi fost suficient de bun

din punct de vedere genetic. Acesta este un gând încurajator. Ne bucurăm de aspectul și inteligența anumitor oameni, dar cu toții suntem mult mai asemănători decât suntem diferiți. Dovada este viața: am reușit cu toții. Indiferent cât de urât(ă) crezi că e cineva, el sau ea se află aici, la fel ca tine. Există un capac pentru fiecare oală, după cum se spune.

22

EVOLUȚIA ESTE MOTIVUL PENTRU CARE NU CREDEM ÎN EVOLUȚIE

Din când în când, mă întâlnesc cu cineva care spune ceva de genul „Nu mă tem de moarte". Nu-l cred. Toată lumea se teme de moarte. Face parte din instinctul care ne ajută să supraviețuim ca specie. Este o trăsătură esențială a evoluției umane. Este, de asemenea, cred eu, un motiv important pentru care atât de mulți oameni nu cred că evoluția este adevărată. Viața este chiar o ironie.

Frica de moarte se declanșează rapid. Încearcă doar să-ți imaginezi aceste scenarii. Stai pe un pod foarte înalt, cum este cel din apropierea campusului Universității Cornell, din statul New York. Defileul are în zona aceea 50 de metri adâncime (aproximativ 150 de picioare). Ești speriat — deoarece te temi că ceva îngrozitor de rău s-ar putea întâmpla, că te-ai putea apleca să privești mai bine și te-ai apleca prea mult etc. Sau traversezi strada și un șofer care trimite mesaje aproape că te lovește. Poate că frânează în ultima clipă. Pneurile scrâșnesc, claxonul sună, iar inima aproape ți se oprește. Te-ai speriat groaznic pentru că aproape te-a omorât. Suntem cu toții speriați de lucruri care se ivesc noaptea, pentru că poate fi un sunet produs de ceva periculos, de exemplu un leu, un tigru sau un urs — care te–ar putea ucide.

Strămoșii noștri, care nu se temeau de înălțimi, cărora nu le era frică să mănânce ceva otrăvitor și nu se temeau de șerpi și păianjeni veninoși, ori de înec, sunt morți. Nu aveau instinctul de a se feri de moarte. E un instinct adânc din noi și e bine că e așa. M-am gândit mult la teama de moarte după ce am discutat cu creaționistul Ken Ham. Există un motiv întemeiat pentru care oamenii inteligenți, raționali capătă aversiune față de dovezile obiective atunci când discuția se mută spre evoluție. Cred că teama de moarte are multe de-a face cu asta.

După cum probabil știi, un grup de glumeți de pe internet publică ceea ce ei numesc Premiile Darwin. Acestea sunt în mare parte doar povestiri despre oameni care se comportă în moduri teribil de prostești și periculoase. Multe dintre povești par niște făcături, dar, cu siguranță, sunt o lectură plăcută. De exemplu, un tip găsește niște dinamită veche, o îngroapă, după care tasează pământul pentru a se asigura că bețele de dinamită sunt bine acoperite. Ei bine, în timp ce calcă și tasează, grămada explodează, iar omul efectiv se evaporă, nelăsând aproape nimic de anchetat pentru poliție. Sau, există o poveste despre un tip care a atașat niște tuburi de rachetă cu declanșare asistată (JATO) de capota mașinii. Când rachetele au fost aprinse, întregul ansamblu s-a ridicat de la sol și a zburat într-un povârniș înalt de noroi, distrugând deopotrivă mașina și experimentul. Fiecăreia dintre aceste persoane i se acordă un Premiu Darwin, chiar dacă postum. Morala este că nu le-a fost suficientă frică de moarte și asta i-a omorât.

Există și un mesaj științific aici. Evoluția nu influențează numai atributele fizice, cum ar fi înălțimea,

numărul de articulații, culoarea ochilor și forma urechii; acționează și asupra emoțiilor. Ceea ce simțim este rezultatul evoluției. Acest lucru este valabil, fără îndoială, și pentru frica de moarte. Cu siguranță pare să fie adevărat în legătură cu dorința noastră de a ne reproduce. Când ne gândim la sex, de fapt ne gândim la lucrurile de care ar fi nevoie ca să ne implicăm în activități (sex) care să ducă la reproducere (copii). Funcționează toată ziua, tot timpul, pentru majoritatea dintre noi. Te încurajez să plasezi aici propria glumă sexuală și să observi cât de ușor ți-a venit în minte. Sexul este la vedere, chiar la suprafață, tot timpul!

Dacă genele noastre ne determină să rămânem vii și să ne reproducem și suntem conduși inconștient tot timpul de acest impuls, ce ne învață asta despre restul creației — despre întreaga natură? Ne place să ne comparăm, sau cel puțin mie, cu câinii. I-am urmărit. Visează. Se tem. Cu siguranță, pot fi fermecători și pot fi destul de nesuferiți, la fel ca oamenii. Dar nu-mi este clar dacă prietenii mei, câinii, sunt la fel de prinși în natura existenței lor precum colegii mei, oamenii, sau eu însumi. Am văzut câini foarte speriați — de un proprietar furios sau rău, sau de un alt câine mai mare. Dar nu cred că am văzut vreodată un câine paralizat de îndoială față de propria persoană, așa cum am fost eu uneori. Sunt deschis la minte, dar nu cred că câinii, chiar și câinii cu care am petrecut mult timp discutând aceste lucruri, se gândesc la originea universului și la sensul fundamental al vieții. Cel puțin nu așa cum o facem noi doi.

Aparent, una dintre consecințele de a fi înzestrat cu un creier ca al omului, capabil de multe lucruri

remarcabile, cum ar fi să cânte la vioară, să inventeze un truc de calcul, sau să sară cu prăjina peste un zid sau peste bare subțiri, este că ne dă și posibilitatea de a reflecta la existența noastră. Niciun alt organism de pe Pământ nu face asta. Da, da, înțeleg că delfinii sunt foarte inteligenți, dar nu cred că ei construiesc biblioteci sau chiar contemplă un astfel de proiect. În ciuda capacității noastre speciale de a gândi și de a raționa, nu ne vine să credem că totul se va sfârși, că toți vom muri. Dar vă pot spune că oricine a trăit vreodată este fie mort, fie va fi. Cum rămâne cu casa pe care ai proiectat-o? Cum rămâne cu poemul pe care l-ai scris? Cum rămâne cu sentimentul pe care l-ai avut când te-ai îndrăgostit? Aceste lucruri nu vor continua fără tine; de regulă, vor dispărea într-o pâlpâire. Este natura mizerabilă a existenței noastre.

Dacă ajungi să trăiești până la vârsta de 82 de ani, plus șapte săptămâni (depinde de anii bisecți), vei primi treizeci de mii de zile aici, pe Pământ. Asta e! Când eram mic, treizeci de mii de lucruri erau greu de imaginat. Păreau foarte multe. Mă gândesc doar câte avioane din lemn de balsa[28] și modele de rachete aș fi putut lansa cu treizeci de mii de dolari! Acum, pentru un adult care are de plătit taxe și cărți de scris, nu mai pare un număr mare. Încearcă să-ți imaginezi durata vieții umane în felul următor. Stadionul Dallas Cowboys al Ligii Naționale de Fotbal deține 105 000 de locuri. Acum, imaginează-ți că urmărești viața privind de pe teren și în fiecare zi vezi cum viața se mută pe un alt loc. Nu ai ajunge nici

[28] Arbore tropical, cu un lemn foarte ușor. (*N.t.*)

măcar o treime din drum. Înainte să ajungi la o treime din locuri, ai fi mort. Și asta s-ar întâmpla dacă ai avea o cursă lungă, de 82 de ani şi un pic. Hopa!

Suntem noi singurele organisme de pe această planetă care au acest sentiment — un sentiment de condamnare? Așa pare. Am petrecut mult timp în Pacific Northwest, urmărind și înotând alături de somoni. Când este timpul ca aceștia să se îndrepte în amonte pentru a se împerechea, ei nu mai mănâncă. Își obțin energia, hrana, digerându-se din interior. Pur și simplu, își mănâncă propriile intestine în calea spre amonte, care îi duce la moarte. Știu somonii că vor muri în timp ce se îndreaptă în amonte, pentru a depune ouă sau lapți? Sau sunt ca niște puștani adolescenți conduși de sex, sex, sex? — nu reușesc să gândească sau, efectiv, *nu* se gândesc la nimic altceva, nici măcar la mâncare. Ori sunt somonii conștienți de sfârșitul lor iminent și sunt triști? Trebuie să spun că nu pare deloc așa. Ei înoată; se împerechează; mor. Nu pare să se întâmple altceva pentru ei.

Aparent, rudele noastre cele mai apropiate, cimpanzeii, suferă câteva zile de depresie sau doliu când moare un membru al trupei sau al grupului lor. Țin ritualuri asociate cu moartea unui coleg sau partener? Dacă o fac, sunt sceptic că o iau la fel de în serios ca oamenii.

Dar oamenii? Noi o luăm razna. Construim tot felul de sisteme pentru a ne asigura că există ceva mai presus decât înotul, împerecherea și moartea. Depozităm scrierile și gândurile noastre în biblioteci. Construim statui oamenilor pe care îi admirăm, astfel încât, cel puțin într-un sens, acești oameni să trăiască mai departe, sau măcar memoria lor. La naiba, numim clădiri, autostrăzi și

munți după anumite persoane. Păstrăm scrisori ale strămoșilor decedați. Ridicăm monumente funerare. Toate aceste lucruri, într-un fel, prezervă viața sau, cel puțin, opera ei.

Se pare că suntem cu adevărat speciali, așa că de ce nu ar exista ceva special, care să ne aștepte la capătul celălalt al stadionului Cowboys? Dar când suntem spre asfințitul vieții, când murim, nu este evident că mințile noastre înseamnă ceva mai mult decât un produs al unui sistem complex de structuri chimice și reacții chimice extrem de complexe. Îmi amintesc că bunica mea a vorbit cu mine despre florile sălbatice. Avea o memorie extraordinară și făcuse, cu o atenție de naturalist la detalii, o mulțime de lucrări de artă care includeau scene pastorale din New England și o grămadă de flori. Mi-a vorbit despre polen, pistil, stamină și ovule. Îmi amintesc câteva conversații despre baseball. Asculta meciurile la radio, uneori cu o remarcabilă atenție la detalii. Comenta despre balansul lui Don Mattingly, chiar dacă nu putea să îl vadă. Doar se gândea la ce auzea și unde s-a dus mingea și așa mai departe. Spre sfârșitul vieții ei însă, mintea uluitoare s-a dus. A devenit incompetentă în ceea ce privește baseballul, florile sălbatice, controlul delicat al creionului de artist, ca aproape în orice altă privință.

Am lucrat îndeaproape cu Bruce Murray, savant planetolog la Jet Propulsion Lab[29] (și fondator al Societății Planetare), care a avut o influență enormă asupra programului spațial al Statelor Unite. El a insistat ca sondele spațiale timpurii să fie echipate cu camere și este

[29] Centru federal de cercetare și de dezvoltare al NASA, responsabil cu construirea și exploatarea navelor spațiale planetare robotice. (*N.t.*)

responsabil în mare măsură pentru primele imagini pe care oamenii le-au capturat vreodată de pe planeta Marte. Spre sfârșitul vieții, Bruce îți putea spune multe despre acele zile, dar nu-și amintea dacă luase masa sau nu, ca să nu mai vorbim despre ce mâncase la prânz. Este dureros. La Societatea Planetară îl onorăm denumind colecția de imagini și clipuri video din biblioteca spațială de imagini în onoarea sa. Degradarea memoriei lui este o dovadă a construcției chimice a creierului nostru evolutiv, suficient de bun. În ciuda multor convingeri omenești despre viața de apoi, se pare că acești oameni remarcabili nu și-au transportat conștiința într-un minunat loc etern, de odihnă și contemplare. În schimb, se pare că și-au pierdut capacitățile de îndată ce anumite funcții din corpul lor s-au oprit.

Poți să condamni evoluția pentru acest conflict tulburător între modul în care funcționează lumea și modul în care ne-am dori să funcționeze. Frica de moarte, combinată cu o capacitate inedită de a imagina viitorul, a permis oamenilor să întreacă alte specii. Dar această combinație ne face, totodată, neîncrezători că ceea ce vedem în jurul nostru este tot ce există. Creierul nostru a ajuns prea mare ca să se gândească la lume în orice alt mod.

Cred că întrebarea dacă suntem speciali sau nu este un alt mod de a ne întreba care-i rostul de a avea creiere mari. Paleontologii și arheologii sârguincioși au cutreierat dealuri și văi în căutarea unor versiuni anterioare ale noastre. Cercetătorii au găsit zeci de oase și cranii care au aparținut odinioară rudelor noastre foarte îndepărtate. Pe măsură ce studiem acești indivizi, aproape oameni,

ne dăm seama că erau aproape la fel ca noi. Pe măsură ce examinăm strămoșii noștri umani recenți, cum ar fi hominizii de Neanderthal, de Cro-Magnon sau alți strămoși asemănători oamenilor, devine limpede: dacă acești tipi și tipe ar fi îmbrăcați ca noi, nu i-ai observa pe un trotuar aglomerat. Se pare că erau aproape ca noi. Creierul lor era aproape ca al nostru. Aproape au îmbrățișat aceeași viziune asupra lumii pe care o avem şi noi, cu aceleași suspiciuni sau credințe despre viața după moarte.

Se pare că noi ne-am ales cu cel mai versatil creier, care poate să arunce, să prindă și să lovească mingi — și să inventeze regulile jocurilor cu mingea mai bine decât ar putea ei. Se pare că aceste creiere asemănătoare ne-au dat posibilitatea de a ne întreba cu privire la locul nostru în schema lucrurilor și asta ne-a condus la știință, care ne-a dus la descoperirea evoluției. Suntem produse ale evoluției și, ca atare, nu putem să credem că povestea s-a terminat când a sunat ceasul.

Este o mare ironie a evoluției creierului uman: puterea noastră este și slăbiciunea noastră. Activul nostru devine pasivul nostru. După milenii de perfecționare, avem abilitatea de a recunoaște tiparele mai bine decât orice alt organism. Sigur, și fluturii monarh se îndreaptă spre sud când este momentul potrivit al anului. Foioaselor le cad frunzele pe măsură ce zilele devin mai scurte. Ele formează altele când ceasul lor intern le spune că e timpul. Dar niciun organism nu creează calendare cu ani bisecți. Niciun organism din natură nu lansează rachete care merg în spațiu și înapoi, alimentate și dirijate de substanțe chimice și de fizică. Îmi pot imagina totuși un alt trib care aproape putea face toate aceste lucruri.

Doar că noi am recunoscut tiparele un pic mai bine, așa că i-am întrecut în obținerea celor mai bune surse de hrană și adăpost. Și acum ne-am ales cu asemenea creiere care ne pot face s-o luăm razna.

Acest lucru mă face să revin la Ken Ham și la credința lui, împărtășită în rândul adepților săi, că Pământul are doar 6 000 de ani. În dezbaterea cu domnul Ham, am vorbit mult despre dovezile geologice care atestă că Pământul este mult, mult mai în vârstă. Dar pentru adversarul meu, dezbaterea nu se referea la vârsta testabilă a planetei noastre. Pentru el era vorba despre evoluție. Pentru el, era vorba de discrepanța aparent ireconciliabilă dintre ceea ce creierul nostru poate observa, împreună cu cunoștințele pe care le putem achiziționa și stoca, și descoperirea că ajungem la această stare înaltă prin același proces care face ca unele ciocuri de cinteză să fie scurte și ascuțite, iar altele lungi și conice. Nu putea să creadă.

Sunt plin de compasiune față de natura tulburătoare a scurtei noastre vieți, dar de o viață relativ scurtă avem cu toții parte. Dorința nu poate schimba faptele, dar gândirea științifică le poate plasa într-un context mai larg. Fenomenul morții te poate deprima și determina să-ți dorești să asculți cântece western vechi despre cât de tristă este viața — sau te poate copleși de bucurie.

Am aflat cel puțin un adevăr, aproape incredibil, despre cum am ajuns aici. Ce este uimitor în legătură cu natura și universul este că le putem înțelege pe fiecare dintre ele. Noi, oamenii, existăm în forma noastră actuală de circa 100 000 de ani, dar aproape tot ce știm despre evoluție a apărut în ultimii 150 de ani. Gândește-te ce

se va întâmpla cu specia noastră dacă menținem biodiversitatea și ridicăm nivelul de trai pentru toată lumea. Vom face descoperiri care ar fi uimit-o pe bunica mea, pe colegul meu, Bruce, sau pe noi doi astăzi.

23

MICRO SAU MACRO — TOTUL ESTE EVOLUȚIE

Pentru a înțelege evoluția, trebuie să gândim atât la scară mare, cât și la scară mică. Este o temă recurentă în cercetarea evoluționistă, mergând înapoi până la Darwin și Wallace. Când eram inginer cu normă întreagă, lucram pentru o companie la planșe de proiecție pentru avioane de linie uriașe și, pentru o alta, la instrumente microscopice. În partea de jos, din dreapta, a aproape tuturor desenelor tehnice, exista o casetă în care eu, ca proiectant, indicam scara imaginii. La Boeing, 1 inch desenat de mine reprezenta 100 de inchi, 1:100. La Sundstrand, 1 inch reprezenta 0,010 inchi, 100:1. Încă mă fascinează că fizica funcționează la orice scară. Un actuator hidraulic, suficient de puternic încât să miște o casă, se supune acelorași legi ale naturii ca și un resort minuscul care poate detecta gravitația Lunii.

Când vine vorba despre evoluție, trebuie să luăm în calcul atât tabloul la scară mare, cât și tabloul la scară mică. Natura afectează fiecare individ, dar efectul selecției naturale devine vizibil la scară largă: în grupuri, populații, specii și ecosisteme întregi. Cercetătorii au dezvoltat termenii de *microevoluție* și *macroevoluție* pentru a descrie modurile diferite de desfășurare a evoluției, deși

ambele sunt ghidate de aceleași principii fundamentale, care fac trecerea de la micro la macro. Astăzi, mai ales în S.U.A., există creaționiști care îi îndoctrinează pe oameni să se gândească doar la tabloul la scară mică. Ei acceptă nivelul micro, dar îl resping pe cel macro, pentru că nivelul micro este tot ce poate accepta credința lor. Este trist și nu e știință. Lumea naturală este un acord global; nu poți selecta faptele care îți convin și care nu. Și în această situație, nu poți înțelege un anumit tip de evoluție în lipsa celuilalt.

În forma sa originală, selecția naturală a lui Darwin descrie ce se întâmplă cu un organism odată ce se află în mediul înconjurător. Pentru noi, procesul se declanșează în momentul în care ne naștem. Pentru o plantă, se petrece odată ce rodește sămânța. Pentru un pește, are loc în momentul în care sunt depuse ouăle ei (și ale lui). Fiecare nouă generație ar putea fi capabilă să exploateze sau nu resursele lumii sale. S-ar putea să aibă noroc și să descopere resurse din belșug, pentru o bacterie — energie chimică, pentru o broască — o bucată drăguță de uscat umed. Te-ai născut cu un set de gene copiat de la strămoșul sau strămoșii tăi. Abilitățile de a păstra căldura sau răcoarea, ori de a digera resursele de hrană din jurul tău, sunt forțe de selecție. Totuși, există alte moduri prin care lucrurile se pot schimba de la o generație la alta.

Faptul de a fi mâncat sau ucis (de a fi deselectat) înainte de a te reproduce (de a fi selectat) este un factor imens de schimbare genetică. Însă, totodată, genele tale pot fi diferite de cele ale părinților tăi doar prin intermediul mutațiilor aleatorii, adică prin copierea imperfectă a unei catene de ADN. Poate fi vorba, efectiv, de o rază

cosmică venită din spațiu, care să-ți afecteze una dintre gene și să o modifice. Uneori, genele sar dintr-un loc în altul al moleculei de ADN. Acestea se numesc gene transpozon. Ar putea fi din cauză că ouăle sau sperma unuia dintre părinții tăi (sau ovulele și polenul unei plante) s-au amestecat cu o mică cantitate dintr-un element chimic. Cea care a cauzat mutația ar putea fi radiația de la niște elemente radioactive ale scoarței Pământului. Uneori, virușii intră în celulele reproductive ale unui organism și îi modifică genele. Manipularea virusurilor poate fi, totodată, exploatată în mod deliberat — de exemplu, pentru a îmbunătăți genele plantelor de porumb, astfel încât să reziste mai bine agresiunii erbicidelor.

Împreună cu micile schimbări care se produc odată cu reproducerea, configurația ADN-ului și a genelor tale se poate modifica atât pentru tine, cât și pentru ceilalți semeni ai tăi. Acest proces se numește „deplasare genetică". Dacă genele se deplasează puțin în același moment în care se produce o schimbare în mediul înconjurător, s-ar putea ca genele deplasate să fie singurele care să reziste. Acesta este un exemplu de microevoluție — o schimbare în amestecul genetic din cadrul unei specii sau populații. Te poți gândi la ea pur și simplu ca la o evoluție prin mici modificări pe parcursul unor perioade scurte.

O altă sursă de modificare este variația aleatorie, care se amplifică în cadrul populațiilor mici. Gândește-te la o traistă de dulciuri de Halloween, în care jumătate dintre dulciuri sunt portocalii și cealaltă jumătate, cafenii. Bagă mâna în pungă și scoate un pumn plin. De regulă, cu cât apuci o mostră mai mică, cu atât crește posibilitatea de a nu obține un amestec echilibrat. Dacă apuci cinci

bomboane, s-ar putea să ai trei portocalii și două cafenii. Aceasta înseamnă o discrepanță de 20% în favoarea portocaliului. Pe de altă parte, dacă ai putea apuca cinci sute, oricâtă inegalitate ar conține amestecul, aceasta ar fi atenuată. Raportul dintre portocaliu și cafeniu ar fi mult mai apropiat. Cu greu vei putea înregistra o diferență atât de mare, precum una de 20 de procente. În natură, în cazul genelor, dacă se întâmplă un eveniment de pe urma căruia rămâne doar o mică adunătură de indivizi, echivalentul unui pumn mic de bomboane, începând din acel moment, va fi favorizat un amestec inegal. Acesta va fi setul de gene care va fi dus mai departe. De vreme ce, în cazul ăsta, luăm în considerare doar o singură specie, cercetătorii se referă adesea și la acest eveniment ca la o microevoluție.

În același mod, să presupunem că există într-o populație o mutație favorabilă, cum ar fi un pigment al pielii ușor mai închis, care oferă o protecție mai bună împotriva luminii ultraviolete a Soarelui (lucru care se mai întâmplă din când în când). Oamenii cu această mutație s-ar putea descurca mai bine și s-ar putea reproduce mai des în locurile cu o mare expunere la ultraviolete. Acea genă favorabilă a pielii mai întunecate va apărea, în mod preferențial, la copiii, și nepoții, și strănepoții lor. Pentru că este un fenomen atât de important pentru cultura umană, i-am dedicat tot Capitolul 32. Cercetătorii îl numesc „flux de gene". Gena se revarsă în cadrul unei populații, chiar dacă de-a lungul generațiilor succesive. Deoarece vorbim doar despre o singură genă, dintr-un singur organism, cercetătorii descriu adesea acest fenomen tot ca o microevoluție.

Prin contrast, avem macroevoluția: sexuală, artificială și selecția naturală, în mod evident. În loc să luăm în considerare o singură genă dintr-un singur organism, analizăm acum schimbările vijelioase ale speciilor cauzate de modificări ale mediului înconjurător sau de evenimente de extincție în masă. Procesele de microevoluție și macroevoluție sunt, în mod fundamental, aceleași, doar că la scară diferită. Putem studia genele în mod individual, o secvență de substanțe chimice de-a lungul unei molecule de ADN a organismului. Sau putem studia o populație de organisme sau un ecosistem plin de organisme. Acestea se transmit mai departe sau sunt eliminate după aceeași regulă: dacă te adaptezi, fie ca genă, fie ca un întreg *Tyrannosaurus*, vei continua. Dacă nu, nu.

Distincția dintre micro și macro le este utilă biologilor evoluționiști. Unde am întâmpinat eu probleme, ca profesor de științe, a fost în cadrul comunității creaționiștilor. După cum am învățat din prima de pe urma dezbaterii mele cu Ken Ham, un domn grozav de dedicat, creaționiștii se vor agăța de tot ce percep, sau pretind că percep, ca fiind o lacună a științei evoluționiste. Bagă de seamă că găsirea unor defecte într-o teorie științifică este o preocupare nobilă. Este o parte crucială a procesului prin care știința avansează. Însă presupune onestitate și consistență, iar eu nu prea găsesc de niciunele în argumentele creaționiste.

Creaționiștii vor afirma că ei acceptă microevoluția — de exemplu, modul în care tulpina unui virus se poate transforma într-o alta, o mutație pentru care biblioteca de anticorpi a organismului nostru nu găsește nicio potrivire. Ar fi greu să nege acest lucru, de vreme ce

se petrece în fiecare an, în anotimpul gripei. Dar apoi o vor da cotită și vor insista că nu avem nimic în comun cu celelalte creaturi de aici, de pe Pământ, pentru că o forță superioară trebuie să-și fi găsit timp să-i facă pe oameni diferiți. Ei folosesc termenul de *microevoluție* pentru partea evoluției pe care o găsesc acceptabilă din perspectivă teologică. Termenul de *macroevoluție* îl folosesc pentru partea care nu le convine, poate pentru că este prea tulburătoare. Pentru ei, macroevoluția nu poate fi reală, fiindcă nu poate fi reconciliată cu credința potrivit căreia sunt speciali, aleși pentru un tratament aparte.

După cum probabil știi, creaționiștii au făcut eforturi extraordinare să-și împace credințele cu lumea, așa cum e ea. Au inventat termeni și au scris povești pentru a face incredibilul credibil. Citind *Biblia*, așa cum este ea scrisă în limba engleză, au inventat un cuvânt oficial, derivat din ebraică, *baramin*, pentru a descrie 7 000 de specii de plante și animale care ar fi trebuit să se afle pe o barcă, acum 4 000 de ani, și care între timp s-au dezvoltat (prin intermediul microevoluției... care, cumva, a devenit macro) în 16 milioane de specii. Ei folosesc până și termenul de „mutație a selecției" pentru a descrie un fenomen pe care îl putem observa cu toții în natură, cum este speciația țânțarului din metroul londonez. Însă ei nu acceptă imaginea mai amplă, a moștenirii pe care o avem în comun cu toate celelalte ființe și dovezile despre timpul profund și vârsta Pământului.

Iată care-i faza: niciuna dintre ideile despre microevoluție nu are niciun sens decât în contextul celei macro, și viceversa. Microevoluția este doar materia primă din care apare macroevoluția. Aceasta este o situație în care

conceptele științifice devin confuze, chiar înșelătoare, dacă sunt scoase din context. Concluzia este că naturii nu-i pasă ce cuvinte folosești.

Creaționismul mi se pare o uimitoare pierdere de timp și energie. Mi-ar plăcea să fiu capabil să îl ignor și să mă concentrez asupra științei adevărate, dar creaționiștii muncesc din greu pentru a perturba educația științifică și pentru a-și impune viziunea lor ciudată asupra elevilor noștri. Să profităm așadar la maxim de situația nefericită și să folosim atacurile creaționiste ca o oportunitate de învățare. Când vei auzi termenii de *microevoluție* și *macroevoluție*, fii atent cine îi folosește. Gândește-te la modul în care funcționează evoluția, la toate scările de spațiu și timp. Virusurile se transformă de la o zi la alta. Peștii au evoluat în animale terestre și, în cele din urmă, au zămislit dinozaurii și balenele albastre pe parcursul a sute de milioane de ani. Este o poveste frumoasă și complicată, la toate scările.

Așa că, te rog: Gândește la scară mare și gândește critic.

24

MICHAEL FARADAY ȘI BUCURIA DESCOPERIRII

Dacă dai crezare sondajelor de opinie publică, aproximativ jumătate din publicul american nu acceptă propoziția conform căreia viața pe Pământ — inclusiv oamenii — este produsul a miliarde de ani de evoluție naturală. În același timp, aceiași oameni par să accepte toate celelalte lucruri pe care descoperirile științifice și inginerii sârguincioși ni le-au oferit. Nu se îndoiesc de sinteza chimică a hranei lor, de fizica electronică a telefoanelor lor inteligente sau de corecțiile relativistice (teoria relativității a lui Einstein) care menține precizia semnalului lor GPS (Sistem de Poziționare Globală). Poate că, așa cum am speculat mai devreme, frica este o parte din motivul care îi împiedică pe oameni să adopte evoluția. Dacă așa stau lucrurile, asta pune o mare responsabilitate pe umerii oamenilor de știință și ai celor care scriu despre ei. Dacă teama îi atrage pe oameni într-o direcție, atunci avem responsabilitatea publică de a-i trage în cealaltă direcție și de a le oferi ceva la fel de puternic, ceva nemaipomenit.

De cele mai multe ori, nu se întâmplă asta. Am întâlnit o grămadă de oameni care mi-au spus că au fost expuși la știință într-o manieră searbădă. Au fost obligați să învețe

despre știință printr-o serie de fapte obscure, însoțite de o adunătură de ecuații confuze, pe care le-au avut de memorat. Li s-a transmis senzația generală că, văzută prin ochii unui om de știință, lumea este dificilă și un pic enervantă. Dar, vai de mine, dacă nici eu nu am o viziune diferită față de lume... Lasă-mă să-ți spun o poveste care încă mă face să o iau razna.

Din când în când, oamenii mă întreabă: Dacă ai putea să te întâlnești cu un personaj istoric, cine ar fi acesta? Am un răspuns rapid și simplu: geniul britanic Michael Faraday, omul care a reușit să-i dea electricității un folos practic și unul dintre cei mai mari comunicatori științifici din istorie. Până în secolul al XIX-lea, mulți oameni de știință din Europa au făcut experimente cu electricitatea. Alessandro Volta a construit niște pile din discuri, despărțite de carton sau de pânză muiată în apă sărată. Pilele erau straturi alternative de cupru și zinc. Aceste pile produceau ceea ce el numea forța electro-motoare și pe care noi o numim voltaj. André-Marie Ampère a demonstrat legătura dintre intensitatea curentului electric și forța magnetică pe care o produce. Avem astăzi o unitate a curentului electric numită amper sau amp. Michael Faraday a înțeles multe detalii cruciale despre cum funcționează electricitatea. Printre altele, a construit primul motor electric din lume. De asemenea, și-a împărtășit public ideile, într-o manieră exuberantă.

În 1825, Faraday a început o serie de prelegeri la Societatea Regală din Londra, intitulate Prelegeri de Crăciun. Acestea erau adresate unei audiențe generale, inclusiv copiilor, și au fost susținute în fiecare an de atunci încoace, mai puțin în timpul bombardamentelor

asupra Londrei din vremea celui de-al Doilea Război Mondial. Carl Sagan a fost unul dintre cei mai notorii lectori de Crăciun, în 1977. Acestea sunt prelegeri cu cuvinte, fără îndoială, dar sunt, totodată, niște reprezentații care includ minunate demonstrații științifice și de artă a spectacolului. După câțiva ani de cercetare în laborator, Faraday a perfecționat o demonstrație care se desfășura în felul următor: Pe o bancă sau o masă de laborator, de aproximativ doi metri lungime (6 picioare), Faraday a aranjat două bobine de sârmă, conectate între ele prin fire paralele, asemenea unei căi ferate de jucărie, cu tunele la fiecare capăt. În centrul uneia dintre bobine, pe un bloc de lemn corespunzător, a așezat o busolă cu ac magnetic.

Magnetismul fusese cunoscut de secole; Cristofor Columb s-a folosit de un ac magnetizat, montat pe o bucată de plută, sculptată într-o formă adecvată, pentru a-și ghida corăbiile. Dar Faraday a dus magnetismul pe un teritoriu nou. Cu busola într-o bobină, la un capăt al băncii, Faraday a mișcat o bară de magnet înăuntrul și în afara celeilalte bobine, de la celălalt capăt al băncii. Acul busolei s-a mișcat. Poți încerca asta și vei obține același rezultat. Un magnet mișcat la un capăt al băncii a cauzat mișcarea acului magnetic de la celălalt capăt.

S-ar putea să nu pară mare chestie treaba asta. Mulți dintre voi, cei care citiți acum, v-ați jucat poate cu magneți și busole (și, probabil, ați stricat câteva din cauza magnetismului puternic plasat prea aproape de acul delicat al busolei). Este firesc ca alții să fi observat că, atunci când electricitatea trece printr-un fir, în jurul firului se creează un câmp magnetic, care poate influența cu

ușurință acul unei busole. Dar Faraday a realizat ceea ce, aparent, nimeni nu realizase înainte: procesul funcționează și invers. Dacă ai un magnet care se mișcă lângă un fir, obții în fir electricitate. Faraday a observat și a descris cu grijă conceptul-cheie. Nu e important magnetul; important este că e vorba de un magnet *în mișcare*, un câmp magnetic *în mișcare*.

La Prelegerea de Crăciun, Faraday a făcut mai mult decât să pună un magnet lângă un fir. În plus, a făcut magnetul să se miște, ceea ce, în schimb, a creat un câmp magnetic în mișcare. Publicul său a fost fascinat, la fel și colegii lui, oamenii de știință. Aproape tot ce vezi și atingi pe parcursul unei zile își datorează existența descoperirii lui Faraday, fiindcă aceasta este metoda prin care generăm electricitate. Privește puțin în jur; ce ar mai exista în câmpul tău vizual fără electricitate? Aproape nimic! Iluminat, televizoare, computere, frigidere și cafetiere, n-ar exista altfel aici. Tot ce este produs astăzi — mese, scaune, mașini, străzi, covoare, cărămidă, haine — depinde de electricitate. Hrana este cultivată la ferme care depind de mașinării și sisteme de transport. Această carte a fost scrisă folosind electricitate și a fost publicată folosind electricitate, fie că îmi asculți vocea sau citești de pe hârtie sau de pe ecran.

Am păstrat partea mai bună la final: o femeie s-a apropiat de Michael Faraday după ce și-a ținut reprezentația și l-a întrebat: „Dar, domnule Faraday, la ce folosește?" Faraday a dat o replică faimoasă: „Doamnă, la ce folosește un nou-născut?"

Sper că poți simți scepticismul lui Faraday. E de admirat că nu s-a lăsat pus în încurcătură. Ar fi putut spune

ceva de genul „Cucoană, ești trăsnită?! Asta nu înseamnă mare lucru pentru dumneata!? N–ai remarcat, pentru numele lui Dumnezeu, că eu nu... vreau să zic nimeni nu... atinge busola?! O forță trece de la acest capăt al mesei la celălalt și bucata aia de metal se mișcă de parcă ar fi lângă el o vrăjitoare, care îi face un soi de vrajă! Pe legea mea, femeie, chestia asta este cu totul uimitoare..." Se spune despre William Gladstone că, pe vremea când era cancelar al Trezoreriei în Anglia, i-a pus lui Faraday o întrebare similară. De data asta, Faraday a răspuns — cu probabil mai multă maliție — „Deh, domnule, în curând, după toate probabilitățile, veți putea să o impozitați."

Când reflectez la această poveste, continui să mă gândesc cât de multă plăcere a trăit Faraday demonstrându-și descoperirea și prezentând-o lumii. S-a bucurat de ea absolut de fiecare dată. Sunt sigur că și Darwin a trăit aceeași bucurie a descoperirii. Dar a fost altfel pentru Darwin decât pentru Faraday, întrucât descoperirea lui Darwin era atât de tulburătoare pentru mulți oameni, din motive religioase și filosofice. Descoperirea evoluției ne-a dus spre un curent de gândire care, pentru mulți, diminuează importanța noastră în schema generală a lucrurilor. Darwin însuși s-a luptat cu implicațiile propriilor descoperiri, la fel ca și credincioasa lui soție. Faraday nu s-a confruntat cu asemenea emoții complicate față de electricitate. De asemenea, precum alți câțiva savanți, dinainte sau de după el, a fost încântat să-și împărtășească ideile cu cei din jur. Prelegerile sale erau evenimente aglomerate, incitante, pentru că vorbea despre știință cu o pasiune nefiltrată și fără urmă de prețiozitate sau jargon de specialitate.

Științei evoluționiste i-ar prinde bine un purtător de cuvânt precum Michael Faraday. Pentru mine, a învăța despre locul nostru în marele lanț al vieții nu este câtuși de puțin trist. Pentru mine, și sunt convins că Michael Faraday ar fi fost de acord, descoperirile științifice sunt pline de bucurie. Prin studierea evoluției, aflăm explicația ascunsă pentru fosilele de tyrannosaur, pentru coccisul nostru și răceala obișnuită. Astfel descoperim secretele vieții pe Pământ. Este știință, dar este un proces condus de spiritul uman. Pentru mine, nu există nimic mai palpitant. Îmi reamintește de alte vorbe celebre ale lui Faraday: „Nimic nu este prea minunat pentru a fi adevărat, dacă este în concordanță cu legile naturii."

25

TU ȘI MEDICINA — EVOLUȚIA ÎN CABINETUL DOCTORULUI

Tatăl meu și prietenul lui din liceu, Phil, au fost niște cercetași excelenți. Amândoi puteau aprinde un foc pe ploaie. Puteau face noduri, de care majoritatea dintre noi nici nu auzisem, legați la ochi. Când eram încă un puști, soția lui Phil s-a îmbolnăvit de cancer de piele; fața i s-a umflat groaznic. Toate talentele lui practice erau inutile în lupta cu boala. La fel și toate talentele medicinei. Soția lui Phil era un om de știință creștin, serios, care credea că, atunci când cineva se îmbolnăvește, afecțiunea poate fi înfrântă căutând ajutorul puterii divine. Ea a refuzat tratamentul, cancerul a intrat în metastază și a murit. A fost greu pentru toată lumea; experiența i-a frânt inima lui Phil și, totodată, inimile tatălui și mamei mele. Chiar și în vremurile acelea, nevasta lui Phil ar fi putut să-și înlăture tumoarea malignă și ar mai fi trăit câteva decenii. În ziua de astăzi, decalajul dintre ce ar fi putut face medicii și ce ar fi acceptat soția lui Phil este chiar mai amplu. Tratamentele medicale s-au îmbunătățit esențial, iar cercetarea evoluționistă este un motiv major pentru acest fapt.

Acesta este un aspect important al evoluției, pe care mulți oameni nu îl apreciază. Știința evoluționistă nu este

doar despre istoria vieții. Este un program de cercetare cu beneficii foarte imediate și tangibile. Este un ghid al medicinii moderne. De exemplu, am descoperit că boala numită cancer evoluează. Celulele canceroase pot suferi mutații în organismul unui pacient, astfel încât celulele maligne să găsească noi modalități de a obține alimentarea cu sânge și de a crește rezistența la medicamentele noastre anticanceroase. Putem folosi hormoni de la alte animale — cum ar fi insulina obținută de la porci — pentru a trata oamenii, fiindcă am ajuns să înțelegem descendența noastră comună. Cercetătorii medicali creează noi vaccinuri în fiecare vară pentru a anticipa evoluția virusului gripal modificat care va circula în toamnă. Și conexiunile continuă și tot continuă.

Într-o formă sau alta, oamenii au practicat medicina de milenii. Cei din triburile africane și-au perforat craniile pentru a ușura presiunea fluidului. Triburile băștinașe din America de Nord au dezvoltat câteva medicamente pentru ameliorarea durerii. Oamenii de pretutindeni au dezvoltat tehnici pentru tratarea și vindecarea oaselor fracturate. Este o consecință a unei capacități intelectuale destul de dezvoltate încât să descopere cauzele și efectele din corpul nostru uman. Totuși, medicina practicată astăzi este fundamental diferită de modul în care au înfruntat oamenii bolile și rănile de-a lungul majorității istoriei noastre pe Pământ.

Diferența constă în faptul că medicii de astăzi se pot baza pe predicțiile făcute prin înțelegerea evoluției noastre. După cum îți va spune orice biolog, ființele de pretutindeni de pe planeta noastră au un număr uluitor de lucruri în comun. Suntem făcuți din celule. Avem

instrucțiunile de alcătuire pentru oricare dintre noi înscrise în aproape toate celulele noastre; cu toții avem ADN. Cu toții ne reproducem în mijlocul tuturor celorlalte organisme vii ale lumii. Pe măsură ce facem asta, schimbări subtile sunt încastrate pentru fiecare generație următoare. Medicamentele și vaccinurile de astăzi sunt posibile datorită acestor informații.

Recent, aspectele evoluționiste ale medicinei au luat o turnură surprinzătoare. Doctorii încep să privească evoluția nu doar ca pe un lucru care afectează sănătatea umană din exterior, ci și din interior. Ei se gândesc la fiecare individ ca la un ecosistem în deplină mișcare și evoluție. Presupun că nu te-ai gândit la tine ca la un ecosistem. Cel puțin, nu încă.

Majoritatea ființelor de pe această planetă sunt făcute dintr-o singură celulă, fără nucleu în mijloc. Cei mai mulți pământeni sunt microorganisme. Probabil că nu ai o problemă să accepți asta. Acum, gândește-te la următorul lucru: și majoritatea celulelor *din corpul tău* sunt microorganisme. Ele depășesc numeric celulele corpului cu o proporție de 10 la 1. Microbii aceștia trăiesc, metabolizează substanțe chimice, produc reziduuri chimice și interacționează unul cu celălalt. În mod colectiv, poartă denumirea de microbiom[30]. Tu ești ecosistemul lor. E o nebunie.

Când ne naștem, niciunul dintre aceste organisme nu se găsește la bord. Bebelușii nu au un microbiom; nu există niciun sistem de activitate biologică complexă în tractul digestiv. Ei își primesc microbiomul de la părinți.

[30] Sau microbiotă. (*N.t.*)

Toate giugiulelile, pupăcelile și alăptarea conduc nenumăratele bacterii către burtica sugarului, unde trăiesc și se reproduc pe parcursul întregii existențe a noului om. Ecosistemul sau microbiomul din tractul nostru digestiv coexistă cu noi. Depindem de el. O mare parte din mâncarea pe care o consumăm este descompusă de aceste bacterii. Când lucrurile merg prost cu microbiomul nostru intestinal, dăm de necaz.

Am senzația (și nu e una plăcută) că toată lumea care citește această carte a fost groaznic de bolnavă la un moment dat în viață. Multe specii de bacterii produc deșeuri toxice. Organismele noastre au sisteme special create pentru a detecta și elimina toxinele bolnave. Vomităm, expulzăm, lucru care, de obicei, dar în niciun caz tot timpul, rezolvă situația. Bacteriile există astăzi, aici, pentru că au fost capabile să se răspândească în jur. Fluidele expectorate din interiorul corpului ajută la răspândirea materialului bacterian. Acest lucru pare evident acum, dar este o descoperire destul de recentă. Chiar și în urmă cu 150 de ani, în timpul lui Darwin, oamenii încă nu erau convinși că microorganismele te puteau îmbolnăvi sau omorî. Biologii au descoperit microbiomul doar în ultimele două decenii. Ei sunt încă intrigați de felul în care microbii din corp te ajută să te menții sănătos și bine alimentat. S-ar putea chiar ca microbiomul unei persoane să fie un factor important în controlul obezității sale.

Descoperirea răspunsurilor imunitare și a microbilor a schimbat lumea. Descoperirea procesului prin care toți acești microbi au luat ființă ne-a permis să ne bucurăm de bine și să luptăm împotriva răului. Gândește-te

la următorul lucru: am dezvoltat zeci de medicamente antibacteriene. Acestea sunt molecule care dărâmă sau străpung pereții celulelor și membranele agenților patogeni bacterieni. Dar, pentru că bacteriile se reproduc în mod continuu, ele cunosc, totodată, mutații continue și evoluează noi metode de apărare. Prin intermediul filtrului de supraviețuire a celei mai bine adaptate, multe bacterii din mediul nostru de astăzi nu mai pot fi oprite de antibiotice care au funcționat eficient până în urmă cu doar câțiva ani. Dacă vrem să ducem o viață sănătoasă în continuare, va trebui să găsim noi modalități de a lupta împotriva bacteriilor. Acest proces va necesita o înțelegere profundă a felului cum funcționează lumea bacteriană. Nu vei fi șocat, sper, să afli că are legătură cu evoluția. Mai multe despre asta, în capitolul următor.

Există un număr absolut uimitor de bacterii pe planeta noastră. După cele mai modeste estimări, există aproximativ un milion de trilioane de trilioane de bacterii pe această planetă sau 10^{30} (zece urmat de treizeci de zerouri). Există mai multe bacterii pe Pământ decât stele în universul observabil. Ca orice alt lucru viu, bacteriile exploatează aceleași substanțe chimice pentru hrană. Și, la fel, concurează. Concurează ca nebunele. În acest scop, se luptă între ele. Nu se luptă cu sulițe și cu pietre, ci cu otrăvuri. Bacteriile produc otrăvuri pentru a ucide sau pentru a inhiba sever celelalte bacterii. Printr-o îndelungată tradiție lingvistică, această toxină a fost denumită „bacteriocină". Ea este capabilă să „taie" bacteriile. Există o bacteriocină specifică pentru *E. coli*, care se numește „colicină". Ai priceput? Taie coli? Inventarea unor asemenea cuvinte este o afacere populară în biologie.

În general, antibioticele cunoscute sunt toxine sau inhibitori chimici produși de alte tipuri de organisme. Penicilina, de exemplu, provine dintr-o ciupercă, care este destul de diferită de o bacterie. Undeva, pe parcursul existenței sale, mucegaiul *Penicillium notatum* a dat peste o combinație de substanțe chimice care străpunge pereții celulari ai mai multor bacterii, ceea ce îi permite ciupercii să-și dezvolte hifele (micelii fungici) fără a fi atacată, cel puțin nu cu succes. Fiind un organism diferit de o bacterie, o ciupercă poate purta un antibiotic — în acest caz, o substanță chimică care distruge peretele celulei. Dar, dacă ești o bacterie cu o singură celulă, care produce o substanță chimică în membrana și peretele său celular, capabilă să deschidă larg membrana și peretele unei alte bacterii strâns înrudite, lucrurile se complică.

După miliarde și miliarde de reproduceri, bacteriile au dat peste niște substanțe chimice, bacteriocinele, care atacă alte bacterii prin intermediul unor proteine care sunt specific formate sau manipulate să străpungă peretele celular al unuia sau al câtorva tipuri de bacterii. Aceste proteine nu atacă peretele celular al bacteriei care îl produce... Asta nu ar funcționa. O proteină este o moleculă, asemenea unui cal de povară, produsă de organismele vii; proprietățile chimice ale unei proteine derivă, în parte, din forma moleculei. Chestia nu e doar că o proteină poate purta un atom de nitrogen, care se poate lega de un atom de oxigen. Ci că proteina deține sau prezintă acei atomi într-o așa manieră încât ei reacționează doar la moleculele care pot sau vor să le primească și să interacționeze cu ei; aceste proteine se îmbină ca o cheie într-o încuietoare.

Acum, când spun că bacteriile nu pot face un anumit lucru și atunci îl fac pe celălalt, ar trebui să clarific. Nu este o alegere ca atare. Bacteriile produc proteine, toate tipurile de proteine. Acestea sunt moleculele care dau structură și formă unor lucruri precum oasele, pielea și părul tău. Dacă o bacterie a produs întâmplător o proteină care și-a destrămat propriul perete, ei bine, acel organism moare. Dar, având miliarde de miliarde de proteine, care se înmulțesc de milioane și milioane de ani, se produc proteine care servesc ca bacteriocine; ele distrug sau ucid alte bacterii, deși numai un tip foarte specific de bacterii.

Odată cu descoperirea acestei remarcabile proprietăți specifice multor bacterii, oamenii de știință au încercat să producă medicamente bacteriocine, în stilul antibioticelor, care să atace doar un anumit tip de bacterii. Să presupunem că te-ai îmbolnăvit de o infecție groaznică cu stafilococi, iar tulpina acestui stafilococ există de mult timp în jur. Strămoșii lui bacterieni s-au întâlnit cu antibioticele create de om vreme de decenii, iar rădăcina descendentă cu care se luptă organismul tău este rezistentă sau în mare măsură neafectată de calitățile străpungătoare-de-perete-celular ale penicilinei sau ale eritromicinei cu care te tratezi.

S-ar putea să începi să pierzi bătălia. Bacteria ar putea începe să producă atât de multă toxină încât să nu te poți lupta cu ea. Dar, atunci, oamenii de știință iau probe din tulpina specială a stafilocului, de exemplu din gura ta. Apoi cultivă un anumit tip de bacterie care, întâmplarea face, produce un anumit tip de bacteriocină care ucide bacteria stafilococică responsabilă pentru infecție. O

agenție precum Centrul pentru Combaterea și Prevenirea Bolilor (CPB)[31] ar putea, la rândul ei, să cultive un grup de bacterii producătoare de bacteriocine, strâns înrudite, sau să îți administreze bacteriocina izolată, putând s-o bei asemenea unui pahar de suc de portocale. Bacteriocinele vor fi produse în interiorul tău fie de tulpina specială a bacteriilor antistafilococice, fie de bacteriocina în sine, și te vei recupera în cel mai scurt timp.

Această linie de atac evoluționistă sună foarte seducător, dar funcționează doar dacă putem identifica bacteria specifică și bacteriocina care îi distruge peretele celular. Cercetătorii din sudul Rusiei fac asta de ani de zile. Pe lângă atacul bolilor infecțioase, cu ajutorul bacteriocinelor, cercetările lor au vizat atacul bolilor de piele. Prin identificarea exactă a bacteriei care infectează un pacient, acești cercetători au reușit să descopere bacteriocina-producătoare-de-bacterii potrivită, care produce suficientă proteină bacteriocină încât să distrugă tulpina cauzatoare de infecție.

Un viitor în care această tehnologie este disponibilă nouă, tuturor, va fi, cu siguranță, unul strălucitor. Ar fi un rezultat însuflețitor al înțelegerii evoluției și al numeroșilor pași istorici care ne-au adus până în acest punct. Mai întâi, oamenii de știință, printre care savantul în microscopie olandez Anton van Leeuwenhoek, care a trăit în secolul al XVIII–lea, au descoperit lumea microscopică. Apoi, alți oameni de știință au descoperit că sistemul nostru imunitar poate fi instruit sau indus să lupte împotriva anumitor boli la care este expus. Apoi, oamenii de știință

[31] În original, Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (*N.t.*)

au identificat bacterii specifice și virusuri specifice. Apoi, oamenii de știință au descoperit substanțe chimice sau molecule care distrug pereții celulelor și membranele anumitor bacterii. Apoi, oamenii de știință au descoperit că bacteriile se luptă între ele. De exemplu, adânc, în intestinele tale, există, de regulă, trei tipuri diferite de *Escherichia coli*, care se luptă încontinuu cu bacteriocine specializate. La asta se referă cercetătorii atunci când spun că „s-au urcat pe umerii giganților". Știința este un minunat proces cumulativ.

De aproape două sute de ani, oamenii au folosit alte animale pentru a testa efectele medicamentelor și procedurilor medicale. Poate ai auzit despre factorul Rh din sânge. Termenul vine de la maimuțele rhesus, la care a fost descoperit și studiat. Poate ai fost tulburat sau recunoscător pentru procedurile în care machiajul pentru ochi a fost testat pe iepuri înainte de lansarea sa pe piață. Poate știi despre șoarecii care primesc niște doze din anumiți aditivi alimentari sau fum de țigară pentru a testa efectele negative. Ai folosit, probabil, termenul de *porcușor de Guineea* pentru a descrie pe cineva care participă pentru prima dată într-o procedură cu rezultat necunoscut.

Toate aceste animale de laborator pot fi folosite pentru a constata ce ni s-ar întâmpla dacă am ajunge în aceeași situație, dintr-un motiv foarte simplu: la nivel celular, prin construcție și concepție, oamenii, maimuțele, porcii și șoarecii sunt foarte asemănători. Avem în comun aproape întreaga biochimie. Avem cu toții ADN și e aproape identic. În cazul maimuței rhesus, acesta este identic în proporție de 93%. În cel al șoarecilor, de

aproape 90%. Gândește-te numai la potențialele consecințe ale acestor cifre. Dacă ești un microb, ai putea să treci de la o specie la alta. Din cauza asta ne sperie, de exemplu, gripa aviară și gripa porcină. În schimb, 10 procente pot fi suficiente pentru a invalida orice concluzii referitoare la infecții. În ambele situații, cercetătorii pot folosi cunoștințele noastre despre mutații și selecția naturală pentru a determina cât de mult din ceea ce observăm în aceste modele animale ni se aplică și nouă.

Fiecare dintre noi, cei din lumea dezvoltată, a beneficiat direct de testele medicale efectuate cu ajutorul acestor animale. Este încă o realizare științifică bazată pe evoluție.

În multe privințe, abia dacă am început să învățăm cum să luptăm împotriva bolilor. Gândește-te numai câte alte lucruri nu știm încă despre bacterii și interacțiunile lor. Pentru fiecare pas al procesului, am folosit metode științifice: Observă. Emite ipoteza. Prezice. Experimentează. Compară așteptările cu rezultatul efectiv. Această formă riguroasă a metodei științifice — una în care experimente foarte stricte se desfășoară în condiții atent controlate — este, într-adevăr, un rezultat al medicinei. De exemplu, pentru a observa și a izola efectele microbilor, trebuie să te uiți foarte atent, pentru că nu îi poți vedea fără a-i izola atent și a-i observa sârguincios printr-un microscop. Teoria evoluționistă a beneficiat de medicină, iar acum medicina beneficiază de teoria evoluționistă.

Când privesc înapoi, către toată această strădanie umană, sunt uluit de grija cu care acești oameni de știință au reușit să izoleze variola, rabia, oreionul, rujeola, tusea convulsivă și rubeola. Putem spune că suntem o gloată

norocoasă să fim astăzi în viață. Dar nu a fost noroc. A fost strategie; a fost știință. Ești aici pentru că un număr mare de oameni și-au unit mâinile, de-a latul globului și de-a lungul secolelor, pentru a înțelege cum funcționează lumea naturală cu adevărat.

26

REZISTENȚA LA ANTIBIOTICE — EVOLUȚIA CONTRAATACĂ

Te vaccinezi antigripal în fiecare an? Ar trebui, pentru că virusurile (gripale) evoluează chiar sub nasul tău vulnerabil-la-infecții, așa că trebuie să ții pasul. Virusurile își duc existența infectând celulele vii și determinându-le să producă cópii ale virusului. Aceste replici se revarsă și se ciocnesc de celulele din apropiere, ceea ce rezultă în o infecție și mai mare și în mai multe cópii ale virusului. Dacă ți se pare că sună a război, nu ești departe de adevăr. În iarna dintre 1918 și 1919, gripa spaniolă a ucis 50 de milioane de oameni — mai mult decât toate confruntările din Primul Război Mondial, care tocmai se încheiase. Ține minte că nu există nicio dovadă că virusurile sunt răuvoitoare. Ele nu fac decât să își urmeze calea evolutivă, multiplicându-se de fiecare dată când întâlnesc un avantaj de supraviețuire. Înfiorător este că impulsul lipsit de rațiune, neobosit, al selecției naturale, copleșește acum cele mai bune mijloace de apărare ale noastre, făcând ca niște boli cândva îmblânzite să redevină periculoase.

Oamenii intră în luptă echipați cu propriul sistem defensiv, dezvoltat de asemenea de evoluție: sistemul imunitar. Acesta este un set complicat de substanțe

chimice și procese, pe care corpul tău îl folosește pentru a lupta împotriva bolilor aduse de virusuri, microbi și paraziți multicelulari. Învață din experiență, dezvoltând o protecție specifică împotriva oricărei infecții, de îndată ce aceasta apare. Așa că, lasă-mă să pun următoarea întrebare: dacă sistemele noastre imunitare ar funcționa într-un ritm sau la un nivel de performanță normal, n-am fi înfrânt toate entitățile infecțioase întâlnite vreodată de corpurile noastre? Nu am fi înfrânt fiecare microb și parazit din natură? După cum sunt sigur că ți-ai dat seama, nu am reușit. Natura nu funcționează astfel. Este una dintre consecințele cele mai puțin plăcute ale evoluției.

Pe parcursul vieții, ai fost infectat, fără îndoială, de răceli, gripe, virusuri stomacale, bacterii provocatoare de toxiinfecții alimentare și natura mai știe ce alte chestii. Totuși, nici tu, nici altcineva nu ați învins aceste amenințări. S-ar putea chiar să te ții de bunul obicei de a te spăla pe mâini, ca să nu te îmbolnăvești din nou. Știi intuitiv că există în jur mai mulți microbi decât a văzut vreodată sistemul tău imunitar și vor rămâne acolo pentru tot restul vieții tale.

Așa că, să punem următoarea întrebare logică. De unde vin toți acești microbi noi, nemaiîntâlniți vreodată? Nu are niciun rost să cauți vreo fabrică de armament biologic, într-un loc tăinuit, care produce noi modele de microbi și le dă drumul în lume. În schimb, există tot atâtea fabrici de microbi câți oameni există. Fiecare dintre noi funcționează pe post de incubator pentru noi tulpine sau varietăți de microbi.

Fiindcă le lipsesc cu totul nervii sau creierul, microbii nu sunt răutăcioși sau supărăcioși. Ei sunt așa cum

sunt. De la începutul vieții bacteriene aici, pe Pământ, în urmă cu cel puțin 3,5 miliarde de ani, trebuie să fi existat configurații moleculare care să le fi cauzat necazuri acelor bacterii. Ca orice altă ființă descoperită vreodată pe Pământ, virusurile au molecule cu lanțuri lungi, care poartă informația genetică de care virusurile au nevoie pentru a forța sau induce celulelor bacteriene producerea mai multor exemplare ale aceluiași virus. De vreme ce sunt făcute din aceeași materie moleculară și sunt, mai mult sau mai puțin, asemănători la nivel molecular, este logic să deducem că bacteriile și inamicii lor virali, bacteriofagii (virusurile care atacă bacteriile), au luat naștere cam în același timp. De unde și concluzia mea, că Vira este un domeniu al vieții. Fiecare organism a concurat pentru aceleași resurse chimice din momentul în care Pământul s-a răcit suficient încât să existe resurse de apă lichidă la suprafața sa.

Între aspectele fascinante ale bacteriofagilor este specificitatea lor. Anumiți fagi atacă doar anumite bacterii. După cum am menționat deja, o explicație rezonabilă pentru acest lucru este că au luat ființă cu toții în același timp. Cheia ar fi, așa cum ne dezvăluie adesea comerciantul de mașini într-o reclamă TV: volumul, volumul, volumul. Prin producerea unor cantități enorme de bacterii și a unor cantități enorme de fagi, șansele de a se găsi reciproc devin suficient de mari pentru a susține ecosisteme întregi. Asta e o parte din ce se întâmplă cu microbiomul tău.

Hai să ne întoarcem în istorie, pentru a vedea cum am ajuns aici. În mările primordiale, bacteriile au fost atacate mereu, fără îndoială, de virusurile bacteriofage

etc. Ar fi existat miliarde și miliarde din fiecare. Cheia este că, atunci când se produc cópii ale moleculelor, rezultă greșeli sau imperfecțiuni. Când un virus a reușit să infecteze mii de celule, fiecare producând mii de virusuri, virusul acidului ribonucleic (ARN, o rudă a ADN-ului) se va replica cu câteva mutații. Extindeți acest lucru în viitor, unde avem zeci de mii de oameni care primesc infecția, fiecare dintre noi producând, la rândul lui, milioane de virusuri. Mai devreme sau mai târziu, va apărea o mutație care ne poate infecta sau reinfecta pe majoritatea dintre noi.

Trebuie atunci să acceptăm că vom fi infectați continuu, toată viața, de noi tulpini stranii ale virusurilor, bacteriilor și paraziților și că nu putem face nimic în privința asta? Ei bine, la fel cum luăm măsuri să nu fim răniți de arborii pe care îi doborâm sau de trafic, când traversăm, la fel luăm măsuri să evităm și infecțiile. Ne spălăm pe mâini și ne ferim de oamenii bolnavi, cel puțin pe cât posibil. Îmi amintesc bine cum mă țineau în unele veri înăuntru pentru a nu fi expus virusului debilitant al poliomielitei. Așadar este logic, ca o societate educată științific ce suntem, să luăm măsuri pentru crearea de răspunsuri imunitare atât în cadrul corpului nostru, cât și în afara lui. Putem face asta pentru că înțelegem evoluția.

Din cauza tuturor mutațiilor care se produc, a fabrica un vaccin antigripal este ca și cum ai trage cu un ac într-o țintă în mișcare. În fiecare an, când începe sezonul gripei, virusurile care circulă sunt ușor diferite de cele din sezonul anterior. De aceea cei de la Centrul pentru Combaterea și Prevenirea Bolilor (CPB) colaborează cu cei de la Administrația pentru Hrană și Medicamente (AHM)

și Organizația Mondială a Sănătății (OMS)[32], pentru a anticipa problematica tulpină de virus al gripei din sezonul următor. Trucul constă în capturarea sau obținerea unor mostre de virusuri de gripă care îi infectează pe oamenii din emisfera sudică în timpul iernii lor și, apoi, în prepararea vaccinurilor. Este un sistem de sănătate bazat pe evoluție, pe care aproape toată lumea îl ia drept sigur.

Patologii — oameni de știință care studiază și lucrează cu infecții precum gripa — prepară un vaccin fie prin utilizarea unui virus care a fost slăbit (atenuat) puțin cu ajutorul unui reactiv chimic, fie prin utilizarea unui virus mort sau complet inhibat, dar care este încă intact structural. Încă are configurația corectă de proteine încât să fie recunoscut de organismul tău, declanșând astfel un răspuns imunitar, dar fără să fie capabil să cauzeze de unul singur o infecție.

Prima obligație pentru sistemele imunitare este să recunoască virusurile în dezvoltare, bacteriile sau paraziții care nu sunt bineveniți înăuntrul nostru, pentru că acești agenți patogeni au planuri de a prelua sau deturna celulele noastre și a le face să prelucreze sau să producă mai multe virusuri sau bacterii. (În același timp, sistemul imunitar trebuie să ignore microbii benigni, precum și celulele propriului corp.) De îndată ce corpul tău recunoaște un intrus nedorit — un agent infecțios — poate trimite proteine anticorp care să învăluie virusul și să-l distrugă în bucăți. Pentru a face asta, anticorpii trebuie să fie acordați cu un tipar de proteine din afara invadatorului. Dacă sistemul tău imunitar, împreună cu moleculele

[32] În original, Food and Drug Administration (FDA), respectiv World Health Organization (WHO). (*N.t.*)

anticorp, nu recunoaște un patogen infecțios, atunci sistemul nu răspunde, cel puțin nu imediat. Acest lucru îi oferă virusului, bacteriei sau parazitului multicelular un fantastic avantaj de pornire și te poate îmbolnăvi cumplit.

Motivul pentru care aceste organisme infecțioase încă mai există este că sunt în permanentă modificare, suferind mutații de fiecare dată când se reproduc, luându-și noi identități chimice pe care sistemul nostru imunitar nu le recunoaște. Acestea evoluează mereu într-o manieră aflată într-un acord absolut cu prezicerile noastre făcute prin teoria evoluției. Microbii și paraziții evoluează cu o viteză remarcabilă, în termeni geologici sau prin comparație cu durata vieții de pe Pământ. Asta e treaba lor. Noi, oamenii, în calitatea noastră de victime ale lor, care evoluează lent, trebuie să o facem să fie treaba noastră.

Bacteriile își obțin chimicalele din mediul înconjurător în scopul funcționării metabolismului lor. După ce consumă cantitatea potrivită din chimicalele corespunzătoare, bacteriile au destulă energie pentru a se reproduce. Ele fac acest lucru divizându-se în două. Desigur, din perspectivă biochimică, e mai complicat de atât, dar ideea asta este. Noi o numim fisiune binară — diviziune. Asta ar fi în regulă pentru bacterii, dar, pe măsură ce se reproduc și metabolizează mediul din jurul lor, unele dintre ele produc niște toxine abjecte, care ne îmbolnăvesc.

Într-o epocă primordială, o bacterie a descoperit din întâmplare o metodă de a produce toxine care i-au îmbolnăvit pe strămoșii noștri. Acea zi a fost una măreață pentru specia bacteriilor, pentru că au descoperit

o metodă eficientă de a se răspândi. Strămoașa noastră trebuie să fi avut atât de multe toxine în nas încât a strănutat asupra altora din tribul ei, împrăștiind bacterii vii prin salivă și mucus. Sau poate doar a respirat, la pârâu, aer împânzit de picături de apă, purtătoare de bacterii. Sau, *câh*, toxinele bacteriale au produs diaree. Iar corpul strămoașei noastre, ah, împrăștia bacterii pe măsură ce le elimina. Din clipa în care o bacterie sau o familie de bacterii a descoperit această schemă, a fost greu să le mai oprești. Însă oamenii de știință au inventat unele tehnici foarte eficiente.

Bacteriile au un perete celular care menține microbii separați de mediul lor înconjurător. În cadrul peretelui, există o membrană care păstrează separarea diferitelor subsisteme organizate sau „organite" din cadrul bacteriei. Oamenii au descoperit o metodă de a determina proteinele, structurile moleculare care unesc peretele celular al bacteriei, să se prăbușească sau să se destrame. Când se întâmplă acest lucru, bacteria își varsă mațele; se distruge și încetează să mai metabolizeze și să mai producă toxine.

Moleculele pe care patologii le dezvoltă cu grijă și la care inginerii chimiști lucrează să le producă în masă, în „reactoare" de dimensiunea unor butoaie de petrol, sunt generic numitele antibiotice. Poate cea mai faimoasă dintre ele este penicilina. S-ar putea să fi auzit povestea lui Alexander Fleming, biologul scoțian care a constatat în anii 1920 că mucegaiul *Penicillium notatum* poate ucide bacteria *Staphylococcus aurius*, responsabilă de infecția cu stafilococi. Categoric ai auzit de compusul ucigător de bacterii pe care l-a izolat din acest mucegai: penicilina. Fleming a înțeles că, dacă acest mucegai poate fi izolat

și produs pe scară largă, el va fi foarte eficient împotriva infecțiilor bacteriene. Penicilina a pus capăt multor suferințe și a salvat nenumărate vieți.

Odată cu aceste beneficii măsurabile, penicilina a condus la dezvoltarea altor zeci de medicamente antibiotice miraculoase: ciprofloxacina, polimixina, tigeciclina și multe altele. Dintre aceste medicamente, unele împiedică bacteriile să se dividă sau să se reproducă; altele ucid bacteria direct. În ambele situații, antibioticele au schimbat lumea și au modificat cu totul așteptările de la medicina modernă. Dintr-odată, cei mai periculoși dușmani ai noștri, microbii și paraziții, au devenit ușor de ucis și de înfrânt.

Însă procesul evoluției a făcut ca o mare parte dintre aceste medicamente să fie mai puțin eficiente decât altădată, chiar inutile. Fiindcă bacteriile sunt capabile să se reproducă atât de rapid, prin comparație cu organismul pe care îl atacă și îl exploatează, ele pot să se și transforme la fel de rapid. Pe parcursul a doar câțiva ani, au fost create aleatoriu sau dobândite gene care conferă rezistență la medicamente. Rezultatul: un număr uriaș de bacterii, care au fost cândva controlabile, sunt acum, în cel mai bun caz, problematice sau de-a dreptul mortale. Evoluția le facilitează contrareacția, iar asta nu e bine pentru noi.

Profesioniștii de astăzi din domeniul medical au ajuns să înțeleagă gravitatea problemei și au avertizat publicul că excesul de antibiotice le face ineficiente. Cu cât folosim mai multe medicamente, cu atât sunt mai mari șansele ca bacteriile infecțioase să intre în contact cu ele și mai probabil ca aceste bacterii să dezvolte tulpini

descendente, capabile să se autoprotejeze din punct de vedere chimic de efectele medicamentelor.

Am participat la campanii de încurajare a oamenilor, în special a părinților neliniștiți, să nu folosească în exces aceste minunate produse ale științei. S-ar putea să cunoști pe cineva sau să fii printre cei care au avut un copil bolnav. Părintele își duce copilul la doctor și este atât de agresiv sau de preocupat sau de afectat, încât doctorul îi prescrie antibiotice pentru o boală pe care sistemul imunitar al organismului ar fi înfrânt-o oricum în cele din urmă.

Mai mult, din cauza mecanismului chimic complet diferit, virusurile sunt complet neafectate de medicamentele care vizează bacteria. Trebuie să fii infectat de o bacterie pentru ca antibioticele să-ți fie de vreun folos. (Nu-i cere medicului tău antibiotice dacă ai gripă; nu te va ajuta cu nimic, în afară să înmulțească bacteriile periculoase.) Virusurile nu au pereți celulari de străpuns. Ei trebuie atacați cu anticorpi, care sunt racordați să-i găsească, și să-i găsească rapid. Acesta este motivul pentru care comunitatea medicală a sponsorizat campanii de încurajare a consumatorilor și a furnizorilor de servicii medicale, „Ia pastila corectă pentru infecția corectă".

Totodată, este important să îți închei rețeta de antibiotice. Adică, dacă medicul îți prescrie un tratament de două săptămâni cu antibiotice, ai grijă să îl urmezi până la capăt, chiar dacă începi să te simți bine după doar câteva zile. În caz contrar, e posibil să nu reușești să omori bacteriile din organism, iar cele care rămân vor avea probabil tendința de a deveni imune la antibiotice. S-ar putea să nu aibă imunitate deplină, dar o fracție de

rezistență va fi transmisă generației următoare din microbii tăi și aceștia vor fi rezistenți la același medicament după ce ți-ai transmis infecția mai departe unei alte victime nenorocite, pe cale să devină pacient. Vei ajuta și stârni inamicul.

Toate acestea au loc conform aceluiași proces de evoluție care a dat ființă tuturor creaturilor și ecosistemelor existente astăzi în lume. Este modificare prin selecție naturală, iar întâmplarea face că se petrece și la bacterii. Iată un alt motiv vital de promovare a educației științifice universale: evoluția este o chestiune de viață și de moarte.

27

IREZISTIBILA CHEMARE A ALTRUISMULUI

Trebuie să admit că ultimele două capitole au fost cam sumbre și a părut că evoluția vrea să ne vină de hac. După toate aprecierile, evoluția nu este ghidată de o minte sau de un plan. Ea pur și simplu *există*. Percepțiile noastre despre evoluție, ca fiind generoasă sau malefică, sunt determinate în totalitate dacă gândim sau nu că noi suntem cei care vor triumfa — chestiune care, dacă stai să te gândești, reprezintă o viziune foarte evoluționistă asupra lumii. Așadar, ia spusele mele drept un mesaj complet subiectiv, însă eu privesc acest capitol ca fiind unul mult mai vesel. Este despre o temă care ne ajută pe toți: altruismul, instinctul care ne face să ne purtăm de grijă unul celuilalt.

Să începem cu un exemplu din copilăria mea. La fel ca tatăl meu, și eu am fost un cercetaș destul de bun. M-am descurcat și încă mă descurc destul de bine în pădure. Pot crăpa lemne, aprinde focul, încropi ceva de mâncare, face schele din nuiele, construi un adăpost și ieși din pădure pe un teritoriu necunoscut. Astea pe lângă activitățile de explorare, deși o parte din înțelegerea cu cercetașii este să ajuți comunitatea. Ți se cere să faci zilnic o faptă bună, să ajuți pe cineva, chiar și pentru

câteva secunde. Unul dintre mottourile mele moderne este postat pe billnye.com: „Ca să lași lumea un loc mai bun decât l-ai găsit, trebuie uneori să strângi gunoiul altora." Cred că impulsurile mele altruiste le am de la mama și tatăl meu. Ei și-au dat toată silința să lase lumea un loc mai bun decât l-au găsit (presupun că trebuie să îi ierți pe amândoi pentru că m-au zămislit. Mama spunea întotdeauna că tata este un dansator grozav; cred că un lucru l-a provocat pe celălalt).

Când am intrat prima dată în câmpul muncii, am lucrat ca voluntar la Centrul Științific Pacific din Seattle. Mutam cutii de colo-colo în weekend și slujeam pe post de „interpret științific" din când în când. Un ins se simte bine când dă o mână de ajutor. Competențele demonstrative pe care le-am învățat acolo au condus la o întreagă carieră și la scrierea acestei cărți. Am fost, de asemenea, tutore prin programul „Am un vis". Ambele exemple ale acestor slujbe din tinerețe sunt mostre de altruism, cheltuind energie pentru binele altuia. Îmi place să cred că mă pricepeam la ce făceam, deși am simțit întotdeauna că eu sunt mai câștigat decât vizitatorii centrului științific sau decât elevii de duminică dimineața. Am trăit această experiență de multe ori — atunci când predam un curs sau executam o demonstrație științifică deosebit de bună — acest tip de altruism este înscris undeva, în noi.

Religiile predică adesea importanța de a face unele lucruri pentru alții. Există nenumărate organizații non-profit care promovează ideea punerii în slujba binelui aproapelui nostru sau al celor mai puțin norocoși decât noi. Dacă lucrezi ca voluntar sau ești de folos altor

oameni, presupun că asta îți dă un sentiment destul de bun. Majoritatea dintre noi obținem satisfacție ajutându-i pe alții. Majoritatea dintre noi ne simțim bine atunci când credem că am făcut ce se cuvenea. Precum noi doi, biologii evoluționiști numesc fenomenul prin care faci ce se cuvine „altruism", deși definiția lor este mult mai riguroasă. Cuvântul provine din latină, de la cuvintele „pentru celălalt". Originea și natura altruismului reprezintă una dintre zonele cele mai fierbinți ale cercetării evoluționiste în ziua de astăzi.

În limbaj conversațional, atruismul înseamnă a nu fi egoist, a ajuta pe altcineva fără a aștepta vreo recompensă. În biologia evoluționistă, ideea este exprimată sub forma unei ecuații: un individ asigură sau oferă un serviciu, în timp ce câștigă foarte puține beneficii, sau chiar deloc, pentru propria persoană. Mai exact, costul este mai mare decât recompensa sau decât beneficiul. Relația poate fi scrisă foarte simplu după cum urmează:

$$b < c$$

(beneficiul celui care oferă este MAI MIC DECÂT costul celui care oferă)

Există întotdeauna un cost atunci când oferi ajutorul, fie că se măsoară în consumul de timp, de energie sau în riscul de a fi atacat. Beneficiarul primește un avantaj — cum ar fi de mâncare sau ajutor la căratul unei sarcini grele sau un avertisment față de un atac iminent al unui prădător — în vreme ce persoana care oferă nu primește nimic, cel puțin nu într-o manieră imediat evidentă. Oamenii de știință interesați de originea acestei tendințe

la multe animale, inclusiv la noi, au studiat altruismul în tot felul de moduri interesante. Mare parte dintre aceste cercetări se învârt în jurul întrebării fundamentale despre altruism: În lupta pentru supraviețuire, de ce ar vrea un individ să favorizeze costul asupra beneficiului?

Cam în acest punct intervin de obicei religiile, susținând că rădăcina altruismului este încrederea sau credința într-o putere superioară — că, fără un set de convingeri sau inculcări a unei doctrine religioase, nu ar exista fapte bune pe lume. Cel puțin așa înțeleg eu poziția multor confesiuni creștine organizate. Însă în viziunea mea, și a altor numeroși savanți evoluționiști, altruismul se petrece pe scară largă în natură. Este întâlnit la animale precum liliecii vampiri sau la termite, ca să dau doar două exemple, iar acest lucru se întâmplă indiferent dacă acestea sunt expuse religiei sau nu.

Pentru moment, să ne ocupăm de liliecii vampiri. Ei zboară noaptea, în căutare de vite. Mușcă gâtul unei vaci sau al unui taur și le sorb sângele încărcat cu nutrienți buni pentru un mamifer. Zboară înapoi la culcușul lor și, printr-o serie de semnale, află dacă unii dintre ei nu au avut succes în acea noapte: au zburat într-una, dar n-au găsit un gât pe care să-l sugă. În această situație, liliecii care au găsit mâncare regurgitează o parte din sângele înghițit, hrănindu-i pe liliecii care nu au mâncat. Poate sună totul cam vampiresc și sinistru, dar este un mod bine documentat al felului în care funcționează lumea liliecilor vampiri. Însă partea cu adevărat stranie este cea legată de altruism. De ce ar acționa liliecii astfel?

Ca liliac originar, ghidat de instinctul supraviețuirii-celui-mai-apt și ajuns în situația să fii bine hrănit,

ai putea remarca (sau gândi): „De ce-ar trebui să-l ajut pe ăstălalt liliac, care a zburat atât de prost și a ascultat muzică rock-and-roll în locul propriilor ecouri ultrasonice? N-a mâncat? Ei bine, atunci în peștera întunecată și afumată cu el!" Cu alte cuvinte: „De ce nu l-aș lăsa să flămânzească în noaptea asta? Pentru el sau ea, ar fi o lecție despre zbor și ecolocație." Oricât de valoroasă ar fi lecția, nu așa merg... sau zboară lucrurile pentru lilieci. Atunci când un camarad liliac nu obține destulă hrană de băut, un alt liliac îi vine în ajutor. După toate aparențele, acești lilieci nu au participat la lecțiile religioase de sâmbătă sau de duminică. Au asta în sânge, dacă înțelegi gluma. Și studiile arată că acest impuls este larg răspândit.

Hai să postulăm că altruismul este un comportament înnăscut la toate mamiferele. Mai mult, să afirmăm că toate mamiferele au destule în comun din punct de vedere ancestral ca să explice acest lucru. Acum multă vreme, cândva probabil în jurul dispariției dinozaurilor, în urmă cu 66 de milioane de ani, liliecii și oamenii au avut un strămoș comun, iar acel grup (colonie sau trib) avea tendința de a-și ajuta semenii. Ei bine, asta e tot? Dacă am găsi acel strămoș, am putea analiza originea evolutivă a altruismului?

Probabil că nu, pentru că altruismul este mult mai vechi de-atât. Am fost într-un loc remarcabil, numit Dinosaur National Monument. Se află la granița dintre Utah și Colorado. Amplasamentul oficial este Dinosaur, Colorado. Circulă o vorbă care spune: „Vei vrea să rămâi aici pentru totdeauna... dinozaurii așa au făcut!" Cât de fermecător, nu?

Din câte se pare, în urmă cu 150 de milioane de ani, prin acest loc curgea un râu, iar în timpul unei ploi torențiale s-a produs o inundație uriașă. Sute de animale au fost măturate de valuri în josul râului, așa cum se întâmplă cu locuințele umane în timpul inundațiilor. Animalele s-au înecat ori s-au strivit între ele, formând un așa-numit baraj de oase, asemănător unui baraj de bușteni, dar mult mai mortal.

Dacă nu ai fost până acum la acest sit, ar trebui să–l vizitezi și să vezi cu ochii tăi. Este uimitor. Președintele Woodrow Wilson a avut grijă ca zona să fie amenajată ca monument național, în 1915. Astăzi, există un acoperiș imens care acoperă aria principală a barajului de oase, cunoscută sub numele de Cariera Dinosaur Carnegie. Dar dacă te plimbi în jurul ei și ești atent, vei găsi o mulțime de alte fosile de dinozauri străvechi și vei înțelege proporțiile potopului. Când te gândești la toate animalele care locuiau în susul râului, nu poți să nu te întrebi cum trăiau. Erau niște sălbăticiuni, fără legătură cu familiile sau căminul lor? Sau erau asemenea nouă, cu legături tribale și propriile lor impulsuri altruiste? Oare dinozaurii străvechi aveau ritualuri, cum ar fi parade, petreceri aniversare sau slujbe de Paște[33]?

Am călătorit, de asemenea, în Montana și am vizitat acolo vreo două situri cu fosile de dinozauri. A fost nevoie de sârguință, dar oamenii de știință au descoperit o mulțime de cuiburi de ouă ale dinozaurilor. Câteva dintre exemplele cele mai spectaculoase au fost îngropate de cenușă în Parcul Național Yellowstone de către ceea

[33] În original, *sunrise service*, o slujbă religioasă practicată de unele confesiuni protestante în aer liber, în dimineața de Paște. (*N.t.*)

ce numim acum un supervulcan. Cuiburile au aparținut unui dinozaur cu cioc de rață, numit *Maiasaura*. Nu trebuie să știi prea multe despre dinozauri ca să observi că trăiau ca păsările într-o colonie. Aranjamentul ouălor în cuiburile de *Maiasaura* arată că aceste animale se îngrijeau de puii lor cu cel puțin aceeași atenție pe care o arată și păsările moderne. Observând păsările de astăzi, putem vedea că au tendințe altruiste. Unele specii, precum faimosul cuc, depun ouă în cuiburile altor păsări, care obișnuiesc să le clocească de parcă le-ar aparține, *doar fiindcă*, aparent, ei bine, așa se cuvine să facă. Este o strategie uimitoare, care exploatează altruismul altor păsări sau doar creierul lor de pasăre.

Legătura dintre dinozauri și păsări este puternic înrădăcinată. Dacă ne referim strict, toate păsările moderne sunt clasificate ca dinozauri: și anume, Reptilia a dat naștere supraordinului Dinosauria, care include Sauripodia, care include Avialae, adică păsările moderne. În mod paradoxal, păsările noastre descind din dinozaurii care sunt clasificați ca având „bazin de reptilă", și nu din cei clasificați cu „bazin de pasăre[34]". Iată încă o ciudățenie a istoriei terminologiei științifice. Păsările moderne au instincte materne, iar vechii dinozauri — dinouzarii nonavieni, conform jargonului evoluționist — au avut probabil și ei. (Ca o paranteză: termenul de *nonavian* este o alegere nefericită pentru aceste creaturi puternice cândva. Te-ai aștepta ca un agent de vânzări să încerce să te facă să cumperi un camion non-mașină? Off...)

[34] Dinozaurii sunt împărțiți în două grupe: cei cu bazin de reptilă (Saurischia) și cei cu bazin de pasăre (Ornithischia). (*N.t.*)

Grija maternă pentru progenituri nu este chiar același lucru cu altruismul, dar câți dintre noi nu am fost tratați foarte bine de mama celui mai bun prieten al nostru, doar pentru că eram niște puști care aveau nevoie de o gustare, de un transport cu mașina sau de câteva ore la sala de bowling? Oare o mamă din specia umană face lucrurile acestea din instinct matern sau dintr-un altruism larg răspândit printre oameni? Dacă includem grija maternă în definiția altruismului, atunci acesta devine un impuls evolutiv și mai larg, și mai străvechi. Am făcut scufundări în preajma peștilor-anemonă Garibaldi[35]. Când te apropii de un cuib de ouă, un pește mascul își dă toată silința să te sâcâie, până când pleci din zonă. Am citit relatări ale unor scafandri care au fost mușcați de simpaticii, veselii și micuții pești Garibaldi. Chiar şi numai pe baza acestei unice experiențe, pot spune că peștii au și instinct paternal, cel puțin.

Există o sumă importantă de dovezi că, totodată, anumiți pești se ajută unii pe ceilalți, chiar dacă în moduri destul de limitate. Să luăm în considerare peștii-veveriță cu ochi-mari[36] și labridele[37] de recif. (Înainte să trecem mai departe, trebuie să spun că am fost mereu fermecat de istețele denumiri date de oameni peștilor. Un pește-veveriță? Pe bune? Iar o labridă ar fi o „bătrânică fără dinți". Chiar ciudat.) În orice caz, peștii-veveriță înoată în zona de acțiune a labridelor. Peștii mai mari îi lasă pe cei mai mici să se hrănească cu micuții paraziți

[35] Denumirea științifică: *Hypsypops rubicundus*. (*N.t.*)

[36] Denumirea științifică: *Myripristis jacobus*, cunoscut și sub numele de peștele-soldat. (*N.t.*)

[37] *Labridae* sunt o familie de pești foarte răspândită pe glob. Peștii din această familie nu au dinți și boltă palatină. (*N.t.*)

de pe solzii lor. Peștele-veveriță îngăduie chiar micilor labride să îi pătrundă în gură, să o curețe de paraziți. Peștele-veveriță ar putea pur și simplu să înghită labridele, dar el sau ea nu face asta. Cele două specii au o înțelegere simbiotică sau reciproc avantajoasă. Dar așteaptă... așteaptă... mai e ceva.

Din câte se pare, cele două specii de pești se recunosc una pe cealaltă ca indivizi. Un anumit pește-veveriță caută un anumit pește labrida; ei se recunosc între ei într-un mod peștesc. Ei sunt utili unul celuilalt prin faptul că nu apelează la altă labridă de serviciu sau la un alt pește-veveriță mai mare. Își garantează unul celuilalt că au de lucru. Dar partea altruistă este că peștele-veveriță alungă prădătorii labridei. Peștele-veveriță ar putea să lase labrida pradă gurii înfometate a unui pește prădător mai mare, dar, în schimb, își riscă propria viață în contul micuței labride. Este o înțelegere uluitoare.

Altruismul are însă și o latură întunecată. Uneori e nevoie de constrângere, iar asta poate presupune pedeapsă. Ai fost vreodată răutăcios doar pentru că te-a făcut să te simți oarecum mai bine? Ai căutat vreodată să te răzbuni? Cântăreața de muzică country Carrie Underwood a avut un succes uriaș cu piesa „Before He Cheats“[38], în care protagonista sărbătorește vandalizând camionul 4x4 al fostului ei iubit. Ea povestește cum îi zdrobește farurile, îi taie canapelele și-i sparge cauciucurile. Publicul e în delir când îl cântă; am văzut asta.

Ai remarcat că s-ar putea să te coste mult timp, efort și energie pentru a realiza o răzbunare? Ți-a făcut cineva

[38] *Înainte să înșele.* (*N.t.*)

o farsă falsificând, de exemplu, un apel telefonic de la o mare companie de producție TV, anunțându-te că nu vor să producă o emisiune numită *Bill Nye, Tipul cu Știința*, chestie care ți-a frânt inima și ți-a scufundat corăbiile pentru tot restul săptămânii? (Exemplul este fictional, desigur, și îl folosesc doar ca model!) Apoi, după ce ai aflat că cel care s-a prefăcut că este directorul executiv al companiei TV nu era decât un DJ de la radio, întâlnit cândva, te-ai gândit la tot felul de lucruri pe care le-ai comite pentru a-i face tipului ăla viața de coșmar? (Nu că mie mi s-ar fi întâmplat așa ceva, desigur.) Chiar dacă asta ar lua mult timp să falsifici amenzi de parcare și să setezi un număr de telefon fals, pentru o firmă de avocatură falsă, care să-i trimită o amendă de câteva mii de dolari? Dacă ai făcut toate astea, ai ajutat la menținerea echilibrului societății noastre, iar acest lucru este anticipat de modelele matematice ale evoluției.

Ideea este că a căuta răzbunarea implică un cost — îți răpește din timp și este un pic periculos să spargi farurile unei mașini și să-i tai canapelele. E nevoie de timp și de bani ca să produci amenzi false, să setezi numere false de telefon sau să trimiți facturi contrafăcute — dar ai comis-o oricum, pentru că a-l face pe celălalt să se simtă prost îți dă o stare de bine. Acest lucru a ajuns să fie numit pedeapsă altruistă. Este reversul altruismului evolutiv. Oamenii de știință evoluționiști susțin că suntem constrânși să ne răzbunăm pe cineva care ne-a greșit fiindcă este bine pentru societate. Strămoșii noștri, care n-au fost programați să caute răzbunarea (să zgârie vopseaua de pe mașina cuiva după ce l-a prins că a înșelat-o cu o rivală), nu și-au transmis genele mai departe. Răzbunarea are un

scop evolutiv: menține cinstea tuturor, așa că nu putem rezista s-o căutăm. Este spre interesul evolutiv al tribului ca tu să te răzbuni pe cei care au încălcat regulile general acceptate. A pedepsi este altruist.

Cercetătorii au efectuat numeroase teste în legătură cu importanța și eficiența pedepsei altruiste. Experimentele clasice permit jucătorilor să aloce bani sau puncte altor participanți într-un joc de echipă. Oamenii nu păstrează niciodată toate resursele pentru ei înșiși, aparent de teamă ca nu cumva, dacă fac asta, mai devreme sau mai târziu ceilalți jucători să ceară restituirea lor. Funcționează de fiecare dată. Suntem motivați să ne răzbunăm sau să solicităm plata de la cineva perceput de noi ca fiind vinovat, chiar dacă asta ne costă bani sau energie — și chiar dacă nu există niciun beneficiu aparent pentru noi înșine.

Mai există o situație care demonstrează că evoluția nu influențează doar felul în care arătăm, ci și felul în care simțim. Latura luminoasă a altruismului ajută în mod direct membrii tribului nostru uman. Latura meschină, pedeapsa altruistă, ne ține pe toți sub control. Ne ajutăm unii pe alții atunci când putem, ceea ce ne face în general să ne simțim bine. Ne comportăm răutăcios atunci când simțim nevoia, ceea ce, de asemenea, ne face să ne simțim bine — sau, măcar, mai bine — dar, mai important de-atât, ajută la funcționarea eficientă a întregului sistem altruist.

Marele neajuns al acestor experimente este că ele sunt doar niște teste. De cele mai multe ori, sunt doar niște situații simplificate de viață. Se pot pierde unele nuanțe importante. Iar neajunsul experimentelor

subacvatice este că ele îi privesc doar pe pești. Este greu să ne dăm seama ce îi motivează punându-le întrebări. Deși dau într-una din maxilar, refuză să vorbească, iar scrisul lor de mână este groaznic.

Așa că biologii apelează la jocuri: mai exact, apelează la teoria jocului, un sistem de gândire care descompune beneficiile și costurile comportamentale în cadrul unor scenarii specifice. Aceste jocuri transformă ideea sentimentelor evolutive într-o chestiune concretă și cuantificabilă. Acolo ne îndreptăm în cele ce urmează.

28

CE JOCURI PRACTICĂ SPECIILE

Darby, fratele meu mai mare, se pricepe de minune la jocurile de cărți. De obicei, mă bate. De fapt, bate pe o mulțime de lume. El are ceea ce se numește în mod tradițional un „simț al cărților". Fără să numere fiecare carte, are un simț intuitiv despre câte cărți cu figuri s-au jucat, câțiași au rămas în pachet și despre probabilitatea ca anumite cărți de care are el nevoie să fie în mâinile mele sau ale altor jucători. Poate că fratele meu ar trebui să se facă biolog evoluționist, întrucât teoria jocurilor a devenit foarte importantă în înțelegerea selecției naturale și, în special, a impulsurilor altruiste pe care tocmai le-am investigat.

Cel mai celebru joc evoluționist este Dilema prizonierului, formulată în 1950 de către Albert Tucker, specializat în așa-numita teorie a jocurilor. Acesta se desfășoară după cum urmează: Să presupunem că sunt prinși doi tovarăși de fărădelegi. Fiecare este interogat de autorități; sub constrângerea unei amenințări imaginare, fiecare dintre ei le poate spune polițiștilor ori că tipul celălalt (complicele) a comis crima, ori să recunoască că el însuși a comis crima. Rezultatele posibile sunt următoarele:

1) Primul răufăcător neagă orice legătură și este eliberat, așa că toată vina este asumată de cel de-al doilea răufăcător.

2) Amândoi neagă implicarea și merg împreună la închisoare.
3) Amândoi recunosc că au comis fapta și scapă fiecare cu câte jumătate din pedeapsă.

Subiecții testării au fost puși într-o varietate de ipostaze care simulează această situație. Au fost create programe pentru calculator care să simuleze această situație. Matematicienii specializați în teoria jocurilor au analizat continuarea scenariului. Fiecare prizonier trebuie să aleagă între a nega sau a recunoaște. Rezultatul jocului este atins în momentul în care al doilea jucător face alegerea: recunoscând după ce primul a negat, negând după ce primul a recunoscut etc. În multe versiuni ale jocului, prizonierii aleg înainte de a ști ce alegeri au făcut complicii lor.

În contextul simplificat al Dilemei prizonierului, se pare că cea mai bună variantă pentru fiecare prizonier este pur și simplu să nege, să nege, să nege. În realitate, tendința este oarecum inversă. Dacă celălalt tip neagă, primul tip recunoaște. Dacă celălalt recunoaște, și primul tip recunoaște. De ce ar face asta, dacă primul tip a recunoscut deja: nu la asta te-ai aștepta din partea unui prizonier ipotetic, interesat doar de propria sa persoană. Se dovedește că oamenii sunt oarecum predispuși să coopereze. Ei sunt înclinați spre un anumit altruism, ceva în genul peștilor-veveriță și al labridelor despre care am discutat în capitolul precedent. Teoria jocurilor este doar o altă manieră de a demonstra felurile în care evoluția a întipărit instinctele altruiste în noi toți.

Dacă vrei cu adevărat să înțelegi aceste instincte, încearcă să-ți examinezi propriile răspunsuri la câteva

exemple de teorie a jocurilor — experimente de gândire care au un substrat mai real. Următorul scenariu este foarte diferit — implică pericol și salvare —, dar, asemenea Dilemei prizonierului, demonstrează cât de puternic ne sunt influențate deciziile de tendința noastră evolutivă, moștenită, de a fi altruiști.

Să presupunem că apartamentul sau casa ta sunt în flăcări. Te afli înăuntru, împreună cu copilul și mama ta. Conform acestui scenariu evident sinistru, nu poți salva decât pe unul singur dintre ei. Ți se permite să cari fie copilul, fie mama. (Pisica și câinele sunt de capul lor.) Toată lumea optează pentru copilul său. Acum, să presupunem că este vorba despre mama ta și copilul fratelui tău. Toată lumea optează pentru copil. Acum, să presupunem că este vorba despre mama ta și copilul unui *străin*. Oamenii încă tind să salveze copilul. Din câte se pare, suntem înclinați să ajutăm copilul care ar putea crește și avea, pe viitor, propriii săi copii. Impulsul de a asigura continuitatea speciei îl întrece uneori pe cel de a avea grijă de propriile rude.

Acest exercițiu probează natura și limitele impulsului nostru de a salva membrii propriei familii. În biologia evoluționistă, acest impuls se numește „selecția rudelor". Ne străduim din greu să apărăm sau, în acest caz, să salvăm membrii speciei noastre cu care suntem înrudiți, natura acestei relații influențând intensitatea impulsului. Oamenii de știință o formulează astfel — îngăduie-mi, te rog, o exprimare matematică simplă:

$$b > c/r$$

(beneficiul este MAI MARE DECÂT costul împărțit la relația ta de rudenie)

Ideea este că aici relația e o fracție, bazată pe cantitatea de asemănare genetică dintre tine și cealaltă persoană; fracția se numește valoarea r. Propriul fiu sau fiică obțin o valoare r de ½, pentru că jumătate dintre genele lui sau ale ei provin de la tine. Nepotul tău obține ¼ și așa mai departe. Așadar, cu cât relația este mai apropiată, cu atât vei simți că ai primit un beneficiu mai mare pentru orice efort efectuat, respectiv pentru orice cost plătit. Acest lucru a fost observat și documentat în natură. Dar mai există încă un mic aspect în privința lui.

Cine nu iubește sau nu respectă grupurile de maimuțe vervet, în care surorile sau mătușile și celelalte femele au grijă de copiii altora? (Zoologii chiar se referă la ele ca la un „butoi" cu maimuțe[39].) Cine nu e îndrăgostit chiar și mai tare de veverițele roșcate, care adoptă un pui străin de veveriță dacă mama sau tatăl lui a dispărut? Cel puțin pentru noi, oamenii, selecția rudelor este destul de ușor și de rezonabil de înțeles în termeni evoluționiști. Când însă e vorba despre clădirea în flăcări, această ecuație nu spune întreaga poveste. Fracția din partea dreaptă nu va ajunge niciodată la zero: tu, ca ființă umană, vei avea tendința de a salva copilul chiar dacă el sau ea nu îți este deloc rudă.

Îți poți imagina că familiile și familiile extinse care au crescut progenitura familiei, a tribului, a butoiului, a bancului (la balene) sau a turmei (la veverițe) se descurcă mai bine, adică au urmași mai sănătoși care ajung să producă și mai mulți urmași — copii și nepoți — decât cei care nu i-au crescut la fel de bine. Chiar și anumite

[39] Joc de îndemânare, în care trebuie să scoți dintr-un butoi cât mai multe maimuțe de plastic, doar prin agățare una de cealaltă. (*N.t.*)

bancuri de creveți își protejează tinerii printr-un efort de grup.

Este fascinant să remarci că și albinele fac asta. La fel și furnicile și termitele. În aceste furnicare enorme de indivizi, o majoritate covârșitoare dintre ei nu se reproduc. Aceștia s-au născut drept urmași ai unei regine și ai câtorva dintre trântorii ei. Biologii consideră că, datorită faptului că au atât de multe gene în comun cu regina, ei sunt impulsionați de motivații adânc înscrise în ADN-ul lor să se comporte, pe cât posibil, în moduri care să le asigure continuitatea furnicarului. Poate ai citit relatări sau ai văzut filmări cu furnici care nu se opresc pentru nimic în lume în avansarea lor prin pădure. Poate ai dat peste un roi de albine cu potențial ucigaș, unde fiecare dintre ele se va sinucide pentru a te alunga. Se sinucid pentru binele general. Ce altceva ar putea determina aceste comportamente decât relațiile ființelor între ele? Avem de-a face cu selecția naturală determinată de gradul de rudenie. Biologii evoluționiști o numesc selecția rudelor.

Biologii au scris de multe ori despre felul în care toată această teorie a jocului și selecția rudelor acționează în rândul nostru, al oamenilor. Sunt conștient că, în calitatea mea de unchi, aș face aproape orice ca să apăr viața și integritatea nepoatelor și nepoților mei, dar, mai ales, a urmașilor lor, strănepoatele și strănepoții mei. Este un sentiment nebunesc. Însă știu că acesta există și că nu îl pot ocoli cu niciun chip. Presupun că nu e chiar cel mai rău lucru. Este adânc înscris în mine și în toți cei din jur. Același tip de comportament avunculat și mătușat (propria mea denumire pentru ceva ce deține caracteristicile sau aparține unei mătuși — acest cuvânt lipsește în mod

straniu din limba engleză) se observă, de exemplu, și la un grup de lei. Leii-unchi devin adesea masculi beta și sunt subordonați, dar utili, în același timp. Chiar dacă nu sunt părinți, ei se dovedesc profund implicați genetic. Așa e viața.

Lucrurile merg chiar mai departe de atât. În vreme ce experimentul de gândire se extinde doar asupra familiei noastre, selecția rudelor se extinde asupra întregii umanități, așa cum se întâmplă cu cei care își imaginează că salvează viața copilului unui străin în locul propriei mame, chiar dacă valoarea r a copilului este, într-adevăr, foarte mică. La un moment dat, toată omenirea pare înrudită. Acea mamă nenorocită nu va mai avea copii, dar copilul s-ar putea să aibă. Datorăm supunere absolută supraviețuirii speciei.

Aceasta nu este doar o situație ipotetică. Recent, pe când scriam aceste rânduri, s-a produs un incident ajuns celebru, în care un pompier din Houston, Texas, și-a riscat viața îndreptând scara camionului său și sprijinind-o de o clădire imensă de apartamente în flăcări. Clădirea era nefinalizată, iar vântul purta flăcările prin cadrul deschis din lemn cum trece cuțitul prin unt. Pompierul s-a apropiat de clădire, ceea ce i-a permis unui muncitor din echipa de construcții să sară pe scară din clădirea neterminată aprinsă. O clipă mai târziu, clădirea s-a prăbușit într-o masă de flăcări, cruțându-i pe cei doi oameni cu doar câțiva milimetri. Incidentul a fost filmat.

Toată America de Nord a urmărit cum unul dintre acești doi oameni, fără să aibă vreo legătură de rudenie, și-a riscat viața pentru a salva un străin. Am admirat curajul și în special altruismul pompierului. Prezentatorii de

știri și-au dat cu părerea dacă cei doi ar trebui vreodată să stea împreună la o bere sau dacă, pur și simplu, va merge fiecare pe drumul lui. În mintea niciunui privitor nu a existat întrebarea dacă pompierul și echipa lui au făcut ce se cuvenea. Bineînțeles că au făcut. A salva viața altcuiva este caracteristic pentru noi, fie că suntem înrudiți sau nu. Continuând ideea, ne putem imagina că aceia dintre noi care nu ar salva viața altuia vor fi, în general, prost integrați. Putem presupune că vor avea mai puține șanse de a întâlni un soț sau o soție și de a produce urmași care să le ducă genele abjecte mai departe.

Altruismul nu este un ideal moral sau religios, indiferent ce-ți vor spune oamenii. Este un aspect esențial, biologic, pentru ceea ce suntem și reprezentăm ca specie.

29

SEMNALE PREȚIOASE

Există o vorbă veche printre băieții care depun efort și ridică greutăți la sala de forță: „Mai multă tărie, mai multe fete." Pentru cei nefamiliarizați cu acest sfat clasic, el se referă la bărbații care își dezvoltă brațele, întărindu-și mușchii bicepșilor cu ajutorul greutăților, cu unicul scop de a fi atractivi pentru femei. Jesse Rafalski, un antrenor profesionist, își îndrumă clienții câte repetiții ar trebui să execute cu fiecare greutate și în ce serie. S-ar putea să fie cel mai bun antrenor de la Hollywood și ne oferă această vorbă de duh: „Indiferent ce ți se spune, femeilor le plac mușchii." Sora mea, Susan, studiază chestiile astea și mă asigură că este absolut adevărat. Conceptul de selecție sexuală al lui Darwin se pare că este bine implementat în sălile de forță de-a lungul Americii de Nord.

Ce e drept, asta n-ar trebui să fie o surpriză. Specia noastră are această predispoziție în egală măsură cu celelalte specii care se reproduc sexual. Masculii umani caută femele care par a fi deosebit de fertile, acesta fiind motivul pentru care femelele umane au în mod permanent sâni proeminenți — spre deosebire de aproape toate celelalte mamifere. Femelele umane caută masculi care, după cât pot ele evalua, sunt bine înzestrați să crească copii. El trebuie să fie un bun furnizor și protector, unul demn de încrederea unei femei. Acestea fiind zise, lovește-te ca

din întâmplare de el și strânge-l puțin. Adică verifică-i mai întâi brațul.

Poate că interesul pentru culturism ne-a rămas de la strămoși, de la începuturile noastre în savană. Fiindcă omul modern trăiește în oraș (cum se întâmplă cu jumătate din populația actuală a lumii), el va avea rareori nevoie să ridice obiecte deosebit de grele. Nu va trebui să-și apere locuința sau peștera sau partenera din calea leilor, tigrilor și ursilor. În schimb, el va trebui să fie suficient de deștept și de sârguincios încât să concureze pentru femei cu ceilalți masculi. Mușchii bicepșilor nu mai dovedesc în general dacă ești un bun protector și, în niciun caz, dacă ești un bun furnizor. Dar există un mod în care mușchii sunt încă relevanți. Motivul pentru care bărbații merg la sală în ziua de astăzi s-ar putea să nu fie pentru a trimite semnale femeilor; ci pentru a trimite semnale celorlalți bărbați. Aceste semnale implică un cost de timp, efort, energie și resurse. Dacă i-ai analizat vreodată pe tipii de la sală, știi că unii consumă o mulțime de resurse.

Arătând puternic, un animal trimite semnale către inamici și către membrii speciei sale: „Sunt dominant. Sunt demn de respect. Nu te pune cu mine!" Am parafrazat puțin. Ideea importantă este că te costă ceva să trimiți semnale. E nevoie de timp să-ți sculptezi mușchii bicepșilor. E nevoie de resurse și exercițiu pentru a purta tocuri înalte. Probabil, mai obiectiv din perspectiva unui om de știință, este că e nevoie de energie și condiție fizică pentru a executa un pronk, dacă ești o antilopă Springbok[40]. *Pronk* este un verb sud-african care înseamnă

[40] Denumirea științifică: *Antidorcas marsupialis*. (*N.t.*)

„a sări vertical". Este un comportament comun printre antilopele africane mici și este un bun exemplu de strategie de semnalizare folosită de un alt animal decât noi.

În savanele africane asistăm la un conflict dramatic între prădător și pradă. Felinele mari, precum leii și gheparzii, vânează erbivorele, cum sunt zebrele și antilopele Springbok (acesta este și numele echipei de rugby a Africii de Sud). Uneori, când o antilopă Springbok simte prezența ucigașă a unei feline mari, sare vertical în aer, la o înălțime destul de mare. Acest lucru solicită energie. Poate fi epuizant pentru o antilopă, draga de ea.

De ce un animal și-ar consuma energia țopăind, când ar putea avea nevoie și de cea mai mică picătură de energie și concentrare pentru a scăpa de un leu? Aparent, pentru a trimite un semnal oricărui prădător din apropiere că el, în mod individual, este apt și gata de fugă. Când ești felină, trebuie să adaugi și asta tacticii și planului tău de atac. Ține minte că majoritatea covârșitoare a atacurilor felinelor mari eșuează. De cele mai multe ori, când își pândesc și gonesc prada, felinele sunt depășite sau păcălite de manevrele acesteia. Este o chestiune de viață și de moarte pentru ambele animale implicate. Nici felinele, nici antilopele nu-și permit să-și irosească energia. A sări de colo-colo fără niciun motiv, când ești într-o situație de conflict iminentă, nu pare prea înțelept, decât dacă are un prețios scop de semnalizare.

Să ne gândim la păun, întruchiparea semnalelor prețioase. Păsările astea se plimbă — dar, și mai surprinzător pentru mine, ca inginer, *zboară* — cărând după ele cozi imense. Din perspectiva selecției sexuale, coada mare și viu colorată este de înțeles. Masculii fac paradă de coada

lor pentru a atrage atenția păunițelor. Ei își afișează cozile ca într-o paradă de modă pentru a arăta păunițelor că sunt sănătoși și fără paraziți. Însă penajul pare să slujească totodată și altor scopuri. Îi demonstrează păuniței că un anumit păun este puternic. Și celorlalți masculi că pot fi depășiți în splendoare, în zbor, în curtoazie și, în general, pe toate planurile. Demonstrează prădătorilor că acest păun anume își poate flutura coada, vrăji păunițele și zbura în continuare dacă vor să se ia de el. „Ai vreo problemă cu asta, prădătorule? Că-ți arăt io probleme..." Iarăși, am parafrazat.

Un element crucial al prețioasei semnalizări este că trebuie să aibă, în mod evident, un cost real. Risipa este o trăsătură esențială de semnalizare către un prădător sau potențial partener. Antilopa Springbok nu poate simula asta. Să presupunem că antilopa noastră este într-o formă fizică grozavă. El sau ea poate sări acum foarte bine. O leoaică spionează antilopa și se furișează în liniște către ea, ca s-o ucidă. Antilopa noastră zărește leoaica și execută un pronk expert; face un salt înalt și o aterizare înfiptă (cum se zice în gimnastică). Leoaica vede că antilopa este aptă fizic și că nu poate fi prinsă și mâncată; se îndepărtează, lăsând-o în pace.

Acum, să presupunem că leoaica se apropie de o altă antilopă și se întreabă dacă nu cumva ar putea s-o înhațe pe aceasta. Însă, în cazul de față, antilopa execută un pronk doar la jumătate din înălțimea ei obișnuită — sau, mai important, doar la jumătate din înălțimea la care se așteaptă o leoaică să sară o antilopă. Ar putea trage concluzia că antilopa este rănită, că nu poate executa un salt complet și, prin urmare, este o țintă potrivită pentru

atac. Totuși, s-ar putea să existe o strategie în spatele acestui pronk neputincios. Antilopa s-ar putea să fie perfect sănătoasă, dar să salte cu jumătate de inimă într-un efort de a incita leoaica să o atace, ceea ce i-ar oferi puiului său vulnerabil timp s-o șteargă. În acest caz, eroina întâmplării își asumă un mare risc. S-ar putea ca leoaica să se miște mai rapid decât s-a gândit antilopa prefăcută și să fie prinsă cu ușurință, ucisă și devorată.

Important de reținut din aceste scenarii (care sunt complicate de variațiile de teren, de direcția vântului și alți factori de mediu) este că antilopa, eroina noastră, poate efectua câte salturi vrea. Dacă leoaica crede că poate prinde antilopa și are dreptate, rezultatul final este moartea. Cu alte cuvinte, antilopa trebuie să demonstreze că stăpânește abilitatea de a scăpa. El sau ea trebuie să arate că poate depăși în fugă sau evita leoaica și dispărea. În mod similar, leoaica trebuie să fie în stare să prindă antilopa care i se ivește, altfel antilopele nu și-ar mai face griji în privința leilor.

Poate cel mai important lucru, saltul cu jumătate de inimă trebuie să fie suficient de ambiguu încât să inducă îndoiala în mintea leoaicei și s-o facă să se oprească. Scenariul intermediar trebuie să fie într-adevăr între cele două extreme pentru a garanta succesul atât pentru prădător, cât și pentru evadat.

Această versiune intermediară mă face să iau în calcul și să adopt așa-numitul principiu al handicapului din biologia evoluționistă. Adică prefăcătoria sau amenințarea trebuie să aibă un cost evident pentru organismul care face această afirmație despre condiția sa fizică. Dacă antilopele ar sări toată ziua fără efort, leii ar înțelege

că manevrele lor au o semnificație mică sau chiar niciuna în privința talentului lor de artiști ai evadării. Vânătorul nu ar putea fi păcălit. Dar din câte ne putem da seama, salturile sunt epuizante. Ele obosesc un pic antilopa, iar leoaica știe asta. Simte că este greu pentru antilopă. Prin urmare, înțelege că, dacă o antilopă poate sări atât de sus și se poate da în spectacol la așa un nivel, este în principiu de neprins. După milenii de astfel de interacțiuni, joaca mortală dintre specii a ajuns la un echilibru perfect.

În cazul prăzii și prădătorilor din savana deschisă, vorbim despre abilități fizice. Dar același proces se desfășoară în multiple feluri și în societatea umană. Cunoști poate vechea zicală: „A ține pasul cu vecinii." Ne transmitem semnale unul celuilalt în mod continuu. Dobândim diplome și bunuri materiale pentru a-i informa pe ceilalți despre valoarea sau statutul nostru prin comparație cu ceilalți din tribul nostru. Putem înțelege cu toții această pornire. Este versiunea umană a penelor de păun, a coarnelor de elan sau a gulerului uriaș al Triceratopsului, sau a altor câteva milioane de semnale prețioase pe care animalele le au sau le-au avut.

Dacă cineva și-a cumpărat un telefon nou sau o mașină de tuns iarba care, în mod clar, este superioară celei pe care-o folosești tu, vrei și tu una. De aici încolo, e un pas mic până la a simți chemarea de a fi mereu primul, de a-i face pe alții să-și dorească ce ți-ai cumpărat tu. Te costă ceva, dar transmiți un semnal — un semnal evoluționist — care strălucește de-a lungul timpului profund.

30

ALIMENTELE MODIFICATE GENETIC — OMG?

Dacă vizitezi vreodată Salt Lake City, Utah, îți recomand să mergi în Temple Square; se află pe North Main, chiar la sud de Temple Street. Acolo vei vedea Monumentul Pescărușului, o sculptură de bronz, în vârful unei coloane de granit, care comemorează ceea ce unii credincioși numesc Miracolul Pescărușilor. În 1848, fermele din Utah au fost atacate de roiuri de cosași, insecte înrudite cu lăcustele. Un stol de pescăruși californieni și-a făcut apariția și se spune că a mâncat o mare parte din cosași. Localnicii, în general de religie mormonă, au considerat asta un miracol. Pescărușii sunt păsările oficiale ale statului Utah și nu a fost nimic extraordinar în prezența lor acolo, însă oamenii au tratat chestiunea cosașilor foarte serios întrucât amenințarea insectelor fusese uriașă. Potrivit unor relatări, mormonii au pierdut într-o săptămână rezerva de alimente pe un an. După toate acestea, au construit un monument.

În ziua de astăzi, fermierii pierd, în medie, 13 procente din recoltă din cauza insectelor. Este o chestiune cât se poate de serioasă. În anii 1990, biologii sârguincioși au abordat această problemă dintr-o perspectivă nouă, de efect, bazată pe evoluție. Cercetătorii au dezvoltat

metode de a extrage genele unei specii și a le insera în codul genetic al alteia — o tehnică care, printre altele, a determinat insectele să se sinucidă.

Organismele astfel produse și pe care le consumăm noi se numesc Organisme Modificate Genetic sau OMG sau, uneori, Organisme Modificate prin Inginerie Genetică (OMIG), sau, pentru acest capitol, Alimente Modificate Genetic (AMF). În zilele noastre, termenul este utilizat probabil cel mai des pe etichetele „non-OMG" lipite pe numeroase alimente organice, sub influența spaimei că modificările genetice fac hrana nesigur de consumat.

Ingineria genetică este un fel de selecție artificială, dar este foarte diferită de metodele tradiționale de înmulțire folosite de fermieri, arboricultori și crescători de câini. În cele din urmă, OMG-urile ajung să aibă aceleași combinații de gene care apar în mod natural înăuntrul celulelor oricărui organism. Oamenii de știință dotați cu o înțelegere superioară a moleculei de ADN au reușit să combine gene de la specii care nu și-ar fi încrucișat niciodată traseele în natură, specii care nu ar fi putut fi „încrucișate" niciodată cu succes de către crescători, în sensul darwinian al cuvântului.

Urmăm acest traseu de multă vreme. Ai întâlnit vreodată o clonă? Ai putea crede că nu, dar aș fi surprins să nu fi văzut niciuna și să nu te fi bucurat de fructele sale. Aproape toate căpșunile din lume cresc din plante pe care fermierii le cultivă lăsând mugurii sau mlădițele (rizomii, în termeni tehnici) să crească din planta părinte. Plantele care își iau rădăcina din aceste mlădițe sunt identice din punct de vedere genetic cu părintele.

Acești urmași se numesc clone, de la cuvântul grecesc „ramură". Majoritatea viilor cu struguri sunt cultivate într-un mod similar. Prin urmare, vinurile sunt produsul acestui tip de clonare. Nu este un lucru rău în sine, mai ales dacă îți place un pahar bun de Cabernet. Numai că astăzi suntem capabili să producem clone în mod artificial, fără un părinte, un predecesor sau ceva de genul acesta. Iată un alt domeniu în care știința se luptă pentru a prelua controlul asupra genomului de la evoluția naturală.

Poate ai auzit de oaia Dolly, primul animal clonat artificial. Clona a fost produsă în 1996, punând ADN-ul aparținând unei singure celule a unei oi în oul, sau ovulul, altei oi. Oul astfel fertilizat a fost implantat în uterul unei mame purtătoare, care i-a dat naștere lui Dolly. Cu alte cuvinte, Dolly a fost genetic identică mamei sale sau, cel puțin, a avut exact aceeași secvență genetică de ADN cu mama sa genetică. Genele ei au fost independente și neconectate cu cele ale oii purtătoare care i-a dat naștere. Aceasta din urmă a fost ceea ce noi numim un surogat pentru ce ar fi trebuit să fie din punct de vedere tradițional mama biologică a lui Dolly. Au existat dovezi convingătoare că Dolly s-a născut, se pare, bătrână, din perspectivă genetică. La capătul cromozomilor ei existau niște chimicale, numite „telomeri", care erau mai scurte decât s-ar fi așteptat cercetătorii la un nou-născut. Altfel, Dolly[41] era o oaie obișnuită. A fătat șase miei pe parcursul

[41] Oaia Dolly a fost eutanasiată la vârsta de şase ani, fiindcă suferea de artrită şi cancer pulmonar. (n. 5 iulie 1996 — d. 14 februarie 2003) (*N.red.*)

a trei anotimpuri diferite, iar descendenții ei zburdă și astăzi pe dealurile Scoției.

Pentru a o produce pe Dolly, cercetătorii de la Institutul Roslin din Scoția au folosit ADN-ul de la o singură celulă din glanda mamară a mamei sale. O celulă care formează corpul unui organism se numește celulă somatică. Majoritatea celulelor tale sunt somatice; singurele excepții sunt celulele stem și cele reproducătoare. Se spune că oaia Dolly a fost numită astfel după Dolly Parton, care, pe lângă o voce minunată și un excelent talent artistic, are niște glande mamare de ținut minte. (Nu glumesc; chiar asta le-au spus reporterilor cercetătorii de la Roslin.) Procesul a fost unul mecanic. Cercetătorii au folosit o pipetă uimitor de lungă și de subțire ca să înfigă ADN-ul în ovul. Nu a fost tocmai ușor. Dolly este rezultatul implantării cu numărul 277, un succes care a fost precedat de 276 de eșecuri.

Deși este destul de dificil, acest tip de modificare sau inginerie genetică este, pentru mine, cel puțin, relativ ușor de înțeles. Luăm ADN-ul unui organism și îl punem fizic sau mecanic înăuntrul altuia. Erau amândouă oi, dar erau același tip de organism. În ultimii ani însă, cercetătorii au dezvoltat o modalitate mult mai subtilă de manipulare genetică. Aceasta este opera care a dus la crearea OMG-urilor.

Mai există un mod de a insera genele în organisme fără ajutorul fertilizării, înțepăturii sau înfigerii: inginerii genetici apelează la virusuri ca să le facă treaba. Există anumite virusuri despre care se știe că infectează plantele, de exemplu. Oamenii de știință le folosesc pentru a introduce trăsăturile genetice alese de ei. Mai întâi, ei

îmbină gena dorită cu un virus. Apoi, infectează planta cu virusul inginerește modificat, care introduce gena în ADN-ul plantei. Această tehnică a fost aplicată pe scară largă la porumb, soia, rapiță, dovleac, sfeclă de zahăr, bumbac și papaia. De-a lungul timpului, OMG-urile au stârnit controverse dintr-o mulțime de motive diferite și importante, unele având de-a face cu afacerile, altele cu evoluția.

Controversele evoluționiste se învârt în jurul efectelor introducerii unor culturi fundamental diferite în mediul înconjurător. De exemplu, savanții au reușit să izoleze gena unei bacterii numită *Bacillus thuringiensis*, care apare în mod natural în solul din jurul plantelor de porumb, și au injectat-o chiar în porumb. Cultura modificată, numită porumb Bt, produce apoi o substanță chimică care paralizează sistemul digestiv al larvei sfredelitorului porumbului, cauzându-i moartea prin înfometare. Aproape toți pe care îi cunoști au mâncat probabil alimente purtătoare ale acestei gene, una anterior regăsită doar în lumea bacteriană. Aproximativ 90 de procente din porumb și 93 de procente din soia consumate în prezent în Statele Unite sunt produsul ingineriei genetice; circa 70% din alimentele procesate includ ingrediente OMG.

Cercetătorii au reușit să producă soiuri de rapiță, soia și porumb care prosperă chiar și în prezența mortalului erbicid marca Roundup. Furnizorii de semințe agricole solicită un preț suplimentar semnificativ pentru această trăsătură care sporește considerabil randamentul unei ferme. Dacă aceste plante produc semințe care sunt duse de vânt pe câmpul altui fermier, trebuie oare ca acesta să

plătească un onorariu de licențiere companiei producătoare de semințe? Acestea sunt genul de dileme cu care se confruntă industria agricolă în ziua de astăzi.

Nu există nicio îndoială că modificările genetice ale culturilor au permis fermierilor să hrănească un număr mult mai mare de oameni folosind o suprafață doar cu un pic mai mare. Reducerea pierderilor produse de paraziți au dus la o creștere cu aproape 30 de procente a randamentului unei ferme, prin comparație cu secolul trecut. Cifrele sunt controversate, dar, în principiu, o plantă de porumb care își produce propriul insecticid îngăduie fermierului să împrăștie mult mai puține chimicale toxice pe câmp. Din acest motiv, culturile modificate genetic par o chestie grozavă. Însă, în același timp, mulți oameni se opun acestei practici.

Ingineria genetică a alimentelor este controversată și așa trebuie să fie. Dacă mă întrebi pe mine, ar trebui să încetăm să introducem genele unei specii în cadrul alteia, profitând în același timp pe deplin de capacitatea noastră de înțelegere a genomului oricărui organism — plantă, animal sau ciupercă — pentru a produce cel mai sănătos și mai durabil sistem alimentar posibil. Iată de ce: deși putem ști exact ce se întâmplă cu fiecare organism pe care îl modificăm, nu putem înțelege complet ce se va întâmpla cu celelalte specii din ecosistemul organismului modificat. Pentru mine, asta este o chestiune foarte importantă, deși altor cercetători nu li se pare la fel de tulburătoare.

Să analizăm un exemplu bine studiat. Fluturii-monarh fac în fiecare an o călătorie extraordinară, de patru mii de kilometri, din Canada până în Mexic. Când apar ca

larve, se hrănesc cu frunze de laptele-câinelui[42]. (Sunt convins că sunt delicioase — aceste frunze de laptele-câinelui.) Erbicidul Roundup, folosit de cultivatorii de porumb pentru a crește productivitatea ucigând buruienile, distruge totodată și plantele de laptele-câinelui. A fost dezvoltat, de asemenea, un porumb modificat care rezistă la Roundup, ceea ce le permite fermierilor să folosească mai mult erbicid în loc să-și plivească pământul. Se pare că această practică elimină în mod nechibzuit suprafețe mari de potențiale habitate de înmulțire a fluturilor-monarh. Există încă neclarități cu privire la legătura dintre utilizarea Roundup şi reducerea efectivului populațiilor de fluturi-monarh.

Așteaptă... mai e ceva! S-au făcut unele afirmații (controversate, recunosc) că atunci când polenul modificat genetic al porumbului Bt este purtat de vânt peste laptele-câinelui, acesta poate îmbolnăvi larvele fluturilor-monarh. Dacă este adevărat, atunci plantele modificate genetic atacă fluturii-monarh pe două căi deodată. Ce ar trebui să facă o societate agricolă industrială — care hrănește milioane de oameni de pe tot globul? Anumite modificări ne permit să folosim cantități mai mici de pesticide pentru a crește recoltele. A produce rezerve suficiente de hrană este o nevoie urgentă. Poate fi o problemă dificilă. În orice caz însă, aș vrea să evaluez OMG-urile cu gândul la ecosisteme.

Să mai luăm în considerare un exemplu. Papaia cultivată în Hawaii este susceptibilă de un virus care provoacă niște pete circulare pe fruct. Se numește în mod

[42] Alior sau laptele-câinelui. Denumirea științifică: *Euphorbia cyparissias*. (*N.t.*)

întemeiat „virusul petei circulare", din familia de virusuri *Potyviridae*. Cercetătorii au descoperit că punând o bucățică sau o secțiune din ADN-ul virusului în ADN-ul papaiei, aceasta nu mai este susceptibilă la infecția cu acel virus. Nu trebuie să te pricepi deloc la papaia sau la fructe, sau la OMG-uri, sau la agricultură, ca să recunoști diferența dintre o papaia infectată cu pata circulară și una sănătoasă. Nu poate exista îndoială în mintea ta de animal uman care dintre ele arată mai bine de mâncat.

Dar povestea mai continuă puțin. Există dovezi că producând un fruct de papaia care nu mai este vulnerabil la pata circulară, arborele de papaia devine cumva mai susceptibil la un alt parazit, numit ciuperca petei negre. Mai mult, se pare că există dovezi că unii oameni sunt alergici la papaia modificată genetic, în vreme ce nu erau alergici la fructul nemodificat, natural al plantei. Cu alte cuvinte, e complicat. Așa se întâmplă când schimbi informațiile dintr-un ecosistem. Evoluția în sine este complicată.

Avem, de asemenea, motive culturale și economice pentru a fi prudenți. Un exemplu tipic: cercetătorii au dezvoltat cu succes o specie de tomate mult mai puțin susceptibilă la îngheț, într-o dimineață răcoroasă, decât roșiile obișnuite. Au reușit asta inserând genele unui pește, calcanul de iarnă[43], în roșiile obișnuite. Acești pești, destul de des întâlniți pe coastele Statelor Unite și ale Canadei, pot face față unor ierni foarte reci. Genele peștelui au ajutat tomatele să reziste aerului foarte rece. Acest lucru este, în sine, remarcabil, un omagiu pentru

[43] Denumirea științifică: *Pseudopleuronectes americanus*. (*N.t.*)

profunda noastră înțelegere științifică a ADN-ului și a efectelor pe care le poate produce asupra interacțiunii unui organism cu mediul. Însă există ceva bizar și nenatural în amplasarea unor gene de pești într-un fruct ori în tomate. Nimeni nu a vrut să aibă de-a face cu asta, așa că cercetarea a fost abandonată.

Sunt de acord că asta ar putea fi o reacție visceral din partea consumatorilor ignoranți. Reacțiile emoționale nu reflectă neapărat realitatea științifică, după cum e limpede în aproape orice lucru, de la creaționism, la mișcarea antivaccin. În acest caz totuși, cred că știința și emoția sunt de aceeași parte a baricadei. Există motive științifice foarte întemeiate să abordăm OMG-urile cu precauție, iar acestea par să se armonizeze cu motivațiile economice. Până acum, nu e clar dacă investiția în OMG-uri este profitabilă. Și în mod cert nu e clar dacă cercetarea în domeniul OMG-urilor ar trebui finanțată din banii contribuabililor. În ultimă instanță, ubicuitatea porumbului și a siropului de porumb[44] a condus la situația ciudată din lumea dezvoltată, în special din S.U.A., de a avea oameni grași subnutriți.

Iată un exemplu al modului în care știința și economia se împletesc. Indiferent ce crezi despre fast-food, indiferent cât de concentrat ești să eviți grăsimile și carbohidrații, cartofii prăjiți sunt pur și simplu delicioși. Cartofii îmi mențin interesul vizavi de restaurantele McDonald's și sunt convins că nu sunt deloc singurul care are acest interes stăruitor. McDonald's a investigat

[44] Siropul de porumb este un substitut al zahărului folosit pe scară largă în S.U.A., mai ales în produsele de fast-food: sucuri, ketchup, muștar etc. (*N.t.*)

posibilitatea sponsorizării cercetării unui cartof modificat genetic, care să facă producția de cartofi prăjiți mai bună și mai economică. Rezultatul a fost cartoful NewLeaf. Compania și-a sondat clienții, întrebându-i în esență: „Dacă am produce niște cartofi prăjiți și mai buni decât până acum, dar din cartofi modificați genetic, i-ați dori sau i-ați dori chiar și mai mult?" Răspunsul a fost răsunător: „Nu!" Așa că McDonald's, cel mai mare lanț de restaurante fast-food din lume, a decis să nu finanțeze cercetarea cartofilor OMG.

Această decizie a ucis cercetarea care voia să modifice genele cartofului — pentru o vreme. În timp ce scriu aceste rânduri, există o nouă controversă legată de McDonald's și OMG-uri, de data aceasta în jurul altei modificări genetice a cartofului. Anumite gene, care ar putea produce un carcinom[45] atunci când sunt gătite, au fost „reduse la tăcere", sau anulate, prin inginerie genetică. La fel ca data trecută, cei care au făcut modificarea genetică consideră că acești cartofi sunt buni pentru consum. În opinia mea, încă nu putem fi siguri ce se va întâmpla cu ecosistemele. Posibilele consecințe mă pun pe gânduri.

Pentru mine, există două lecții importante de pe urma interacțiunii recente a omenirii cu OMG-urile. Pe termen scurt, s-ar putea dovedi utile în sporirea producției de hrană și ar putea face ca unele alimente să fie disponibile pentru oameni care altfel nu s-ar putea bucura sau nu ar beneficia de ele, însă nu știm — nu putem ști — peisajul general. Ce vreau să spun este că putem determina cu mare încredere ce se va întâmpla cu un

[45] Tumoare malignă constituită din celule epiteliale. (*N.t.*)

organism modificat, adică porumbul, semințele de soia, boabele de soia, păstăile de rapiță, papaia și tomatele. Însă nu putem fi deloc siguri ce efect vor avea OMG-urile asupra ecosistemului. Pur și simplu nu putem ști ce se va întâmpla cu populațiile de fluturi sau poate chiar cu populațiile de lilieci care se hrănesc cu fluturi sau cu populația de purici purtătoare a unei bacterii ciudate care ține sub control populația de lilieci și așa mai departe, și așa mai departe.

Ecosistemele se nasc prin mijloacele de jos-în-sus ale naturii evoluției. Sistemele naturale iau ființă după mii de secole; ele ajung să fie extraordinar de complicate. Introducând organisme modificate într-o manieră de sus-în-jos, există o șansă foarte bună (sau proastă) ca acești designeri, inginerii și savanții care modifică genele, să rateze un aspect — unul subtil, dar important. Așadar, pentru mine, teoria evoluționistă influențează deciziile noastre despre OMG-uri.

În general, sistemele naturale sunt efectiv prea complicate pentru ca noi să prevedem efectele importării unor gene de la o specie la alta. În schimb, ar trebui să ne concentrăm pe modificarea producției alimentare din cadrul unei singure specii. Hibridizarea grâului este grozavă, atâta vreme cât o facem de-la-grâu-la-grâu, lucrând într-un cadru pe care evoluția l-a testat timp de câteva miliarde de ani.

Pentru mine, mai există un aspect important legat de chestiunea OMG-urilor. Când despădurim câteva milioane de hectare sau acri de pământ și le inundăm cu pesticide, mediul are de suferit — însă daunele sunt potențial reversibile. Dacă încetăm să mai folosim aceste

chimicale, probabil că ecosistemul își va reveni. S-ar întâmpla oare la fel dacă am introduce specii noi, care nu au luat ființă printr-un proces natural sau hibrid de înmulțire? S-ar vindeca natura de efectele negative pe care un astfel de organism le poate avea asupra mediului? Greu de spus. Aș prefera să greșesc din prea multă precauție — nu pentru că sunt anticorporatist sau antiprogres (nicidecum) —, ci pentru că recunosc că efectiv nu există niciun mod de a prezice deznodământul.

Care sunt OMG-urile care există deja? Ei bine, trăim cu ele. Sunt deja integrate natural în ecosistemele lor, chiar și în ecosistemele create artificial de mâna omului. Timpul și procesul evoluției vor descâlci ramificațiile bune sau rele ale genelor acestor alimente; nu există oricum o metodă de a le anula. Între timp, în loc să continuăm căutarea unor gene extraordinare care să creeze cantități exagerate de hrană — mai mult decât avem nevoie în lumea dezvoltată —, hai să optimizăm practicile noastre agricole pentru a aduce alimente sănătoase pentru toți, în întreaga lume.

Avem destulă hrană de calitate. Trebuie doar să găsim modalități mai bune de a produce alimente mai sănătoase pentru fiecare. Dacă e să ne alegem bătăliile, hai să o alegem pe asta.

31

CLONAREA UMANĂ — NU SE CADE

Dacă ingineria genetică aplicată culturilor este cu dus-întors, atunci când vine vorba despre a o aplica pe oameni, ea este de-a dreptul năucitoare. În prezent, suntem capabili să ocolim selecția naturală și să impunem o formă foarte exactă de selecție artificială asupra nouă înșine. Mai mult de-atât: oamenii de știință cunosc suficient de multe despre ADN încât, în principiu, să poată clona o ființă umană și să ignore în întregime evoluția sexuală, veche de miliarde de ani. Există o groază de motive să fim încântați de aceste progrese, însă dă-mi voie să fiu direct: clonarea umană nu este unul dintre ele.

Ah, înțeleg. Cei mai mulți dintre noi își doresc să facă mai multe în fiecare zi: mai multe sarcini, mai multe cumpărături, mai multă muncă, mai mult exercițiu fizic, de toate. Din acest motiv a ajuns populară tema clonării umane. (Mi se pare amuzant că oamenii care susțin că nu cred în evoluție se opun adesea clonării — nu de teamă că nu va funcționa, ci de teamă că va funcționa prea bine.) Însă dacă ai dat naștere unei ființe, ai asistat la o naștere sau pur și simplu ai urmărit un filmuleț despre asta, vei realiza că a clona oamenii este oarecum mai dificil decât așa cum pare din reclamele pentru planificare financiară sau pentru camionete de familie. Nu doar că este un proces dificil, dar nici nu și-l dorește nimeni cu

adevărat. Clonarea nu oferă o copie perfectă și nici nu este un proces instant.

În lumea plantelor, clonarea este simplă. Gândește-te la toate căpșunile și strugurii clonați. Bananele și cartofii sunt crescuți tot din clone. La naiba, dacă intri pe internet găsești imediat un ghid despre cum să clonezi o plantă de canabis de unul singur. A clona un mamifer, oricare ar fi el, este o altă mâncare de pește. Dar începând cu Dolly, oaia din 1996, savanții au descoperit cum s-o facă și pe asta. Au reușit să ignore evoluția și predilecția ei încăpățânată pentru reproducerea sexuală. Clonarea elimină variațiile care reprezintă materia primă a selecției naturale, înlocuindu-le cu o predictibilitate genetică perfectă... cel puțin în teorie. Până în acest moment, cercetătorii au clonat aproximativ 24 de specii diferite. Nimeni nu a clonat încă un om — cel puțin, nu a recunoscut nimeni —, însă procesul ar funcționa cu siguranță, la fel cum a funcționat și pentru Dolly.

Mai întâi, iei o celulă de la un animal și îi extragi ADN-ul. Apoi inserezi ADN-ul în oul sau ovulul altui animal. Dacă procesul funcționează — și de multe ori nu funcționează —, oul absoarbe ADN-ul și se reajustează de parcă ar fi fost fertilizat. Pui acel ou fertilizat într-o gazdă corespunzătoare, aștepți să treacă perioada standard de gestație, iar la ceasul nașterii te alegi cu clona dorită — clona ta nou-nouță, o clonă-bebeluș, plângătoare. Apoi petreci vreo câteva decenii crescând-o până la maturitate. Imaginează-ți anii capricioși ai adolescenței: „N-am cerut eu să fiu clonat!"

Compară acest rezultat cu acele clone din reclamele curente sau dintr-o lungă tradiție a filmelor SF. În

lucrările de ficțiune, clonele apar de obicei ca niște adulți pe deplin formați. Vrei mai mult de la tine, așa că efectiv mai faci niște adulți. În lumea reală se pare că lucrurile nu funcționează așa. Nimeni nu știe cum să faci ca un copil să devină adult mai repede decât de obicei. Apoi, mai există și micul conflict dintre natură și educație. Cum ai putea, de exemplu, să crești patru copii care să aibă întocmai aceleași experiențe? Întreabă pe oricine a crescut niște gemeni sau măcar a întâlnit unii. Mai intrigant de atât, cum ai putea să îți crești clona să devină fix ca tine? Cu toții suntem modelați nu doar de genele noastre, ci și de ce ni se întâmplă.

Acum, să ne gândim care ar fi destinul unei persoane clonate. Să facem un scenariu în care o persoană care se crede mare și tare se clonează pe ea sau pe el însuși. În această poveste, cineva, undeva, reușește să extragă ADN-ul dintr-una din celulele persoanei și s-o implanteze în pântecele unei mame-surogat. (Am citit articole despre femei care poartă copiii altora în schimbul unei recompense cât o mașină de lux.) Când acest copil se va naște, el sau ea va fi cu un pas genetic în urma contemporanilor săi. El sau ea nu va beneficia de un nou amestec de gene, la fel ca celelalte organisme (neclonate). Clona ar păși astfel lateral în mecanismul evolutiv de reproducere sexuală.

Acest aspect, al faptului că rămâi în urmă atunci când clonezi, este important. Rămâi în urmă în timp, din punct de vedere genetic și evolutiv. Dacă oamenii s-ar opri să se gândească puțin la asta, nimeni nu ar mai lua în considerare în mod serios producerea unei clone umane. Atunci, legiuitorii noștri ar putea relaxa controversatele

legi împotriva cercetării clonării din Statele Unite și și-ar vedea de treabă în continuare. În schimb, asta le-ar permite cercetătorilor medicali din Statele Unite să facă niște investigații fundamentale despre natura genezei celulelor, ce ar putea conduce la noi terapii care să sporească calitatea vieții pentru toată lumea, de pretutindeni.

Există persoane care se împotrivesc oricărei intervenții asupra ovulelor și spermei umane, în general ca urmare a unor interpretări ale *Bibliei*. Există, de exemplu, credința solidă că viața începe în momentul în care ovulul uman acceptă sperma umană și este astfel fertilizat. Dar nu este întocmai așa sau, mai precis spus, nu așa trebuie să se întâmple. După ce ovulul a acceptat sperma și cromozomul său de formă Y sau X, ovulul trebuie să se atașeze de peretele uterului femeii. Dacă nu se întâmplă asta, nu va exista niciun copil. După atașarea de peretele uterin, ovulul fertilizat formează o cupă și trei straturi. Acest proces se numește „gastrulație" fiindcă, dacă îți folosești imaginația, forma de cupă amintește de o parte a intestinului. (Această industrie a termenilor medicali bazați pe greacă și latină este parțial motivul pentru care e nevoie de patru ani ca să absolvi facultatea de medicină.)

Fără să fiu prea subtil, dar nimeni, din nicio biserică, nu ar putea să-și dea seama dacă un ovul este viabil sau nu fără implicarea oamenilor de ştiință şi a microscoapelor, care să studieze detaliile ovulului uman și procesul de fertilizare. Anumiți profesioniști ai bisericii pretind că ei știu ce face un ovul după ce este fertilizat; acesta ar putea fi un caz în care cunoașterea puțină înseamnă un pericol.

Menționez acest lucru deoarece legiuitorii noștri petrec mult timp în ședințe în clădirile administrației locale și în dezbateri legislative, discutând legi bazate pe ideea că ovulele fertilizate sunt același lucru cu oamenii. Există confesiuni religioase întregi care par să se bazeze pe această noțiune. S-au dus lupte dure cu privire la afirmația că ovulele negastrulate sunt oameni. Nu e clar că sunt.

Sper că unii dintre noi vor lua o pauză de gândire ca să înțeleagă că ovulele fertilizate trec prin corpul femeilor în mediul înconjurător tot timpul. Ca s-o spun direct, ovulele fertilizate negastrulate ajung în canalizare. Oare ar trebui ca femeile care au produs aceste celule să fie acuzate că încalcă nu știu ce lege determinată de biserică? Ar trebui judecate pentru infanticid involuntar? Cum rămâne cu soții lor, a căror spermă probabil nu a fost suficient de activă încât să rezolve treaba? Știința este clară; anumite conduite bisericești reflectă o înțelegere care este, în cel mai bun caz, tulbure și, în cea mai rea situație, pur și simplu ignorantă. Poate ar trebui să-i acuzăm pe cei care susțin aceste opinii de subminarea economiei, deoarece, cu siguranță, vom trimite pacienții medicali în alte țări, în locuri unde vor cheltui sume enorme de bani pe tratamente ale ovulului care acolo sunt disponibile.

Înțelegerea procesului care duce la nașterea copiilor și, eventual, la formarea unor elevi adolescenți care studiază algebra a provenit din cercetarea științifică de bază. Nu a fost obținută din texte antice sau din scriptură. Fără cercetarea de bază, această dezbatere ciudată și aceste legi neobișnuite care intenționează să legifereze

sau să controleze ce se petrece în pântecele unei femei nu ar fi posibile. Avem dezbateri care se bazează pe descoperiri științifice vechi de secole. Poate că o abordare mai informată ar evita, în primul rând, necesitatea dezbaterilor.

Există o diferență fundamentală între cercetarea bazată pe ouă fertilizate și clonarea umană, chiar dacă cele două probleme sunt adesea luate la pachet. Însă a face această distincție și a explica de ce clonarea umană e o idee proastă este problematic într-o țară în care mulți oameni închid ochii în fața lecțiilor desprinse din evoluție. A fost dificil chiar și să-i determinăm pe conducătorii aleși să-și facă timp să înțeleagă problemele expuse. Vom vedea în anii următori dacă învățarea faptelor îi va determina pe liderii noștri să adopte decizii etice informate.

Există mult mai multe aspecte legate de etica sau ideea clonării umane. Tehnica implică de fapt o mare promisiune, însă ar putea fi totodată prea invazivă sau efectiv prea ciudată pentru mulți dintre noi. Hai să luăm în considerare următoarele: în ultimii ani, cercetătorii medicali au descoperit și investigat importanța celulelor stem. Acestea sunt celulele din oul sau ovulul fertilizat al unui mamifer, care se divid într-una, devenind fiecare celulă din organism. Oamenii se referă adesea la „miracolul" nașterii. Ei bine, după standardele naturii, s-ar putea ca ea să nu fie miraculoasă. La urma urmei, animalele au trecut prin rutina asta vreme de sute de milioane de ani; dar, în același timp, pentru mine este absolut uimitoare.

După ce un ou a fost fertilizat, a reușit să se atașeze de peretele uterului și începe gastrulația (producerea

celor trei straturi), următoarea etapă-cheie este dezvoltarea „blastulei“[46], sacul sau sfera de doar 150 de celule produse de primele diviziuni ale singurei celule, adică ale ovulului fertilizat. Aceste celule se vor diviza în mod repetat, până devin un marsuin, un oposum sau un om.

Deținând această înțelegere a naturii celulelor stem din blastulă de a se autodiviza și a se autoorganiza, nu e deplasat să ne punem întrebarea: Dacă un cercetător priceput ar putea extrage celule stem, oare el sau ea n-ar putea induce o dezvoltare nouă sau regenerativă a unei persoane care, de exemplu, ar avea nevoie de un organ nou sau înlocuitor? Poate sună puțin înfiorător, mai ales la început, dar oamenii chiar au propus acest lucru, să se cultive un ovul și să fie fertilizat în laborator, așa cum facem în prezent cu fertilizarea in vitro. Tehnicieni pricepuți ar permite ovulului să se dividă vreme de aproape două zile și ar extrage celulele stem. Acestea ar fi apoi folosite pentru a ajuta victima unui accident auto să-și regenereze celulele nervoase spinale. Cu ajutorul acestor celule, o persoană rănită dezastruos la coloana vertebrală ar putea să inducă propriului corp să-și crească nervi noi și să-și recapete capacitatea de a merge. Oricât de ciudat sau de invaziv ar suna, să facem comparația cu a deschide oamenii cu bisturiul pentru a le pune noi valve la inimă sau șolduri de titan. Acestea sunt niște proceduri invazive care au devenit un lucru obișnuit în lumea dezvoltată.

În privința utilizării deliberate a ouălor umane, acestea sunt recoltate sau extrase tot timpul și eliminate în permanență; asta face parte, totodată, din fertilizarea

[46] Sau *blastocist.* (*N.t.*)

in vitro. Există mulți oameni profund religioși care se opun acestui lucru. Pentru mine, motivele lor sunt arbitrare. Un număr extraordinar de ouă umane rămân nefertilizate — nenumărate ouă neproductive sunt eliminate de fiecare femeie de astăzi, de pe Pământ, și au fost eliminate de oricare alta a trăit vreodată. Imaginează-ți un imperativ religios care ar obliga fiecare sămânță de păpădie să atingă stadiul de floare. Am trăi într-o lume foarte buruienoasă. Le reamintesc tuturor că ouăle nefertilizate, semințele neproductive și potențialul neatins fac parte din tabloul general al reproducerii și, cu toate relele sau bunele, așa merg lucrurile în lume. Această înțelegere fundamentală a faptului că organismele produc un surplus de ouă și de spermă, mai mult decât pot supraviețui, își are originea în opera lui Darwin despre populațiile concurente și are un rol proeminent în înțelegerea biologiei și evoluției. Pentru mine, acest lucru face ca fiecare copil să fie mai prețios — *după* ce oul s-a dezvoltat cu succes și apare copilul, nu *înainte* ca oul să se atașeze măcar de mamă. Viziunea mea diferă de cea a multor oameni, pentru că este întemeiată pe fapte ale vieții, și nu pe niște supoziții despre viață.

În 2005, eu și echipa mea ne aflam la laboratorul Hans Keirstead (pe atunci, UC Irvine), unde șobolanii de laborator sunt sedați și răniți în mod intenționat. Li se rupe spinarea și, când se trezesc din anestezie, sunt parțial paralizați. Mulți oameni consideră acest tip de cercetare medicală tulburător. Citește însă mai departe, fiindcă rezultatele sunt uimitoare. Uneori, după impactul care produce fractura, coloanele vertebrale ale șobolanilor sunt injectate cu celule stem umane. Acestea

au fost cultivate din mai puțin de zece tulpini de celule stem, care datează din urmă cu decenii, când cercetarea cu celule stem era reglementată diferit. Aceste rânduri de celule au fost continuate și cultivate în laboratoare excepționale, atent controlate. Odată cu celulele stem umane, șobolanilor li se administrează același tip de medicamente utilizate pentru a împiedica organismul destinatarilor să respingă organul donatorului.

În câteva zile, șobolanii sunt în stare să-și miște picioarele din spate. În câteva săptămâni, ei merg destul de bine și își recapătă controlul asupra tranzitului intestinal. Asta pentru că, după rănirea coloanei, erau incontinenți (chiar și pentru șobolani, poate fi supărător). După o examinare atentă, nervii coloanei vertebrale a șobolanilor s-au dezvoltat la loc, în mare măsură. Și-au regenerat propriile coloane ale spinării. Este uimitor. Ramificațiile pentru medicina umană sunt profunde. Sau ar putea fi.

Uite care-i chestia: tehnologia de extragere a celulelor stem dintr-un ovul uman fertilizat și în creștere este exact aceeași tehnologie, cel puțin în acest moment, cu cea prin care am putea implanta ADN-ul celulelor somatice într-un ou pentru a începe procesul de clonare. Este o direcție de raționament pe care ar trebui să o urmăm cu toții și să ne formăm o opinie, deoarece, pe măsură ce tehnicile din cercetarea pe animale devin mai rafinate, posibilitatea realizării unor intervenții pe oameni devine tot mai fezabilă. Devine o obligație? Cum putem trasa o limită clară, care să permită preocupările terapeutice, dar să prevină clonarea umană completă? Iată un gând pe care trebuie să-l cântărim noi toți, în calitate de contribuabili și alegători.

Fiindcă implică folosirea unei blastule, cercetătorii caută o metodă de a izola și de a crește celule stem care nu provin dintr-un ou (și s-ar putea dezvolta, în principiu, într-un fetus viabil), ci dintr-o celulă luată din altă parte a organismului uman. Poate că în curând va veni o zi în care regenerarea celulelor unui organism sau a celulelor nervoase va fi posibilă și la fel de obișnuită precum înlocuirea de șold. Când te gândești la extraordinarele economii potențiale rezultate de pe urma faptului că trupul unui pacient va face toată treaba, prin comparație cu costul protezelor ultratehnologizate, s-ar putea dovedi un imperativ etic să utilizăm propriile celule stem ale unui pacient pentru a obține o astfel de îmbunătățire în viața lui sau a ei.

Dacă te gândești în profunzime în legătură cu acest tip de cercetare și cu potențialele implicații ale utilizării celulelor stem umane în medicină, ține minte că cercetarea pe șobolani și pe alte animale este posibilă pentru că suntem foarte asemănători. Aceasta este o dovadă directă a evoluției. Împărtășim atât de multe cu verișorii noștri, mamiferele placentare[47], pentru că am avut cu toții un strămoș comun, acum circa 70 de milioane de ani. Înțelegerea medicamentelor, a grupelor sanguine, a sistemului nervos central și, în cele din urmă, a originii noastre este un rezultat direct al înțelegerii evoluției.

Dacă nu am avea un strămoș comun, dacă nu am împărtăși unele secvențe de ADN, dacă nu am descinde cu toții din ființe ancestrale, atunci întreaga știință a vieții, toate vietățile din natură ar fi mult, mult mai

[47] Subclasă de mamifere, la care puiul se dezvoltă în uterul mamei, fiind hrănit de aceasta prin placentă. (*N.t.*)

misterioase și mai greu de înțeles. Faptul că esențiala descoperire a evoluției s-a făcut doar în urmă cu un secol și jumătate ne arată cât de primitivi suntem încă. Abia acum începem să folosim cunoștințele despre ființe, dobândite prin studiul selecției naturale, pentru a dezvolta mai multă compasiune față de semenii noștri umani și pentru a deveni mai buni administratori ai Pământului. Mai avem un drum lung, foarte lung de parcurs. Este fascinant de urmărit.

32

CULOAREA PIELII NOASTRE

Pe când eram elev în școala primară, în anii 1960, eram foarte conștient de rase și de rasism. Pe atunci, Washington, D.C. era, în multe privințe, asemenea unui oraș sudic rasist. Acest sentiment groaznic făcea pur și simplu parte din peisaj. Îl puteam auzi fără să ascult prea atent. Era prezent pe fundalul conversațiilor din restaurantele aglomerate, împreună cu sunetul paharelor care se ciocneau. Puteam totodată să văd că se întâmplă. Titlurile din ziar descriau asasinarea unor oameni celebri din motive evident rasiale. În același timp, mișcarea pentru drepturile civile a reușit obținerea unor modificări impetuoase ale legilor și ale percepțiilor. Toate au avut un efect profund asupra mea. Astăzi, îmi este ușor să observ că rasismul este superficial. Nicăieri nu sunt mai evidente forțele evoluției care ne-au modelat societatea decât în culoarea pielii noastre. Culoarea pielii nu înseamnă ceea ce mulți dintre noi cred că înseamnă, iată lucrul surprinzător.

Am călătorit puțin în jurul lumii (în mare parte pentru că particip deseori la Congresul Internațional Astronautic, care se desfășoară într-un oraș diferit în fiecare an). Dacă nu și altceva, cel puțin am învățat că oamenii sunt mult mai asemănători decât diferiți. Judecând în termeni evolutivi sau după fapte, suntem cu toții aproape

identici. Fiecare dintre noi avem în comun 99,9% din ADN. Ți-o pot demonstra. Și mai bine chiar, ți-o poți demonstra singur. Ce crezi că s-ar întâmpla dacă un bărbat scandinav s-ar căsători și s-ar bucura de contacte sexuale cu o femeie din estul Africii? Ar putea avea un copil, cu mare ușurință. Acel copil ar fi un om. Această uniune nu va produce nimic altceva decât o ființă omenească.

Nu există decât o singură specie de *homo sapiens*. Cu toții avem aceiași strămoși comuni. De aici s-ar putea să se tragă miturile despre Adam și Eva, care au trăit împreună într-o grădină. Dacă stai efectiv să te gândești și să realizezi cât de extraordinar de asemănători suntem, s-ar putea să ajungi la concluzia că trebuie să fi existat o pereche originară de oameni care au condus la apariția ta și a mea și a oricărei alte persoane pe care o s-o vedem vreodată. Autorul sau autorii *Cărții Genezei* s-ar putea să fi ajuns la aceeași concluzie logică doar gândindu-se la asta. Oamenii, noi toți, trebuie să aibă un strămoș comun. Altfel, cum am putea fi o singură specie, capabilă să se reproducă atât de eficient? În lumea de astăzi, există mai mult de 7 miliarde de ființe ca noi, care merg țanțoș, fac sex și trimit SMS-uri.

În ciuda acestui raționament, vreme de milenii, oamenii din diferite triburi sau regiuni geografice s-au războit între ei, s-au bănuit unii pe alții și au interzis căsătoriile între ei. În multe situații, cauza acestor conflicte a fost culoarea pielii. Se ridică astfel o importantă întrebare evoluționistă: Dacă suntem cu toții o singură specie, de ce diferă atât de dramatic culoarea pielii? Are legătură culoarea pielii cu diferențele mai profunde dintre diferitele grupuri de oameni? Sau, ca să răsturnăm întrebarea, există rase?

Iată răspunsul scurt: nu. Culoarea pielii este o caracteristică măruntă, recentă și tranzitorie a geneticii umane. Unul dintre episoadele emisiunii *The Eyes of Nye*[48] a fost despre acest subiect. Stăteam pe un câmp, alături de zeci de vaci. Am arătat că, în cazul acestor animale deosebite, culoarea lor varia în mare măsură. Erau vaci negre, albe, de diferite nuanțe de maro și nu afișau nicio urmă de discriminare. Ele umblau și pășteau fără să aibă vreo preferință pentru vreuna din variații. Rasismul nu părea să fie o problemă pentru ele; erau toate o singură specie. La fel și noi. Rasele, așa cum sunt înțelese de obicei, sunt o iluzie. Însă nu trebuie să mă crezi pe cuvânt. Să vedem ce ne spun două secole de cercetări evoluționiste.

Primul loc unde trebuie să ne uităm în căutare de răspunsuri este la pielea primatelor cel mai apropiat înrudite cu noi. După ce am început să înțelegem mai bine ADN-ul, am descoperit că avem în comun cu cimpanzeii în jur de 98,8% din secvența genetică. Este o dovadă izbitoare că cimpanzeii și oamenii au un strămoș comun. Cimpanzeii au o piele foarte deschisă; poți vedea asta și singur în locurile în care pielea lor este expusă, pe obrajii lor simpatici și pe maxilar. Așadar, ar fi de așteptat ca și oamenii să aibă cam aceeași culoare a pielii cu foarte apropiații noștri veri din punct de vedere genetic. Însă, cu puține excepții, nu avem.

Antropologii au căutat în toată lumea fosile ale strămoșilor noștri. Și le-au găsit: zeci de cranii înrudite strâns cu oamenii și cranii aproape omenești (fostul meu șef?), precum și alte oase, toate indicând că omenirea a luat

[48] Documentar serial de televiziune din 2005, prezentat de Bill Nye. (*N.t.*)

ființă în estul Africii. Acolo găsim în ziua de astăzi cea mai mare diversitate genetică umană și tot acolo se găsesc cele mai vechi fosile și cele mai vechi dovezi ale activității umane. Dacă ne-am început existența ca rude ale strămoșilor cimpanzeilor, am avut de la început pielea de aproximativ aceeași culoare? Oasele fosile nu ne pot spune. Sau, cel puțin, dacă există o metodă de a extrage informația despre culoarea pielii care a protejat cândva acele oase, noi n-am descoperit-o încă.

Întrucât fosilele nu ne oferă un răspuns, oamenii de știință s-au întors și au încercat să înțeleagă funcția adaptativă a culorii pielii din perspectivă evolutivă. În mod cât se poate de evident, pielea ne protejează interiorul de ce vine din exterior — vânt, ploaie și zgârieturile crengilor de copac. Mai puțin evident este că pielea e un organ care produce o substanță chimică fără de care nu am putea trăi: vitamina D. Această vitamină și-a obținut denumirea în urma faptului că a fost cea de-a patra identificată. Forma principală este 7-dehidrocolesterol; adică $C_{27}H_{44}O$. Cercetătorii au studiat iubiții noștri câini pentru a o descoperi. Capacitatea de a sintetiza vitamina D datează de multă vreme în istoria evoluției. Planctonul marin o fabrică de 500 de milioane de ani. Creaturile marine o folosesc pentru captarea și folosirea calciului din mediul înconjurător. La fel și noi.

Unul dintre aspectele minunate ale vitaminei D este că nu trebuie să o mănânci; ea poate fi produsă de corpul tău. Trebuie ca noi doi să ne expunem puțin la lumină ultravioletă, pentru a da un impuls unei forme de colesterol din piele care să se transforme astfel în vitamina D. Dar uite care-i faza: prea multă lumină ultravioletă,

și dai de necaz. Aceasta poartă mai multă energie decât lumina vizibilă și poate distruge sau disocia delicatele molecule biologice, în special acidul folic, folacina ta. Ultravioletele îți pot arde pielea, de exemplu. Așa că, pentru a reuși, animalele, cum suntem noi, trebuie să găsească o metodă de a bloca o mare parte din lumina ultravioletă care le bombardează, permițându-i totodată acesteia să treacă, pentru a menține un nivel optim de vitamina D.

Dacă ești cimpanzeu, atunci ai rezolvat problema cu ajutorul unuia dintre cele mai vechi trucuri din manualul evolutiv. Îți crești păr. Părul este alcătuit din proteine de cheratină, care nu sunt foarte diferite de cele aparținând rudelor mai îndepărtate din Arborele Vieții, care folosesc cheratina pentru a produce pene sau solzi. După cum îți dai seama cu siguranță, părul blochează lumina. Trupurile cimpanzeilor sunt acoperite aproape în întregime cu păr negru, gros. Chiar și atunci când glumești pe seama tipilor păroși, cel mai păros dintre noi nu se poate nici măcar compara. Cimpanzeii sunt protejați de razele UV în exces cu ajutorul părului. Dar dacă părul oferă o protecție atât de bună, de ce noi, oamenii, l-am pierdut aproape în întregime?

Un răspuns probabil poate fi obținut prin intermediul următorului experiment de gândire, pe care sper totuși să nu trebuiască niciunul dintre noi să-l efectueze. Ai auzit poate de oameni care țin cimpanzeii pe post de animale de companie. Totul decurge normal câtă vreme cimpanzeul este tânăr, însă după ce el sau ea crește, se dovedește că cimpanzeul este surprinzător de puternic prin comparație cu oamenii. Un cimpanzeu te poate

răpune cu ușurință în luptă și să-ți smulgă brațul din încheietură. Însă, dacă se ivește situația critică și intri într-un dezacord violent cu un cimpanzeu, există o soluție. Îl poți întrece în fugă.

Oamenii sunt campioni la cursele de lungă distanță. De îndată ce un om și un cimpanzeu încep să alerge, trupurile lor se încălzesc. Cimpanzeii se supraîncălzesc rapid, oamenii nu, pentru că emană mult mai bine căldura corporală. Ai înțeles unde vreau să ajung. Potrivit unei teorii dominante, oamenii ancestrali și-au pierdut părul de-a lungul generațiilor de urmași care au trăit ca vânători, adunători și saprofagi, pentru că mai puțin păr însemna mai multă răcoare și că puteau alerga mai eficient și pe distanțe lungi. Această abilitate a permis strămoșilor noștri să păcălească în manevre prada și s-o întreacă în fugă. Încearcă să porți vreo două haine în plus — sau, și mai bine, haine de blană — într-o zi caldă și umedă și să alergi o milă. Acum, dă jos aceste haine și încearcă din nou. Vei observa ce mare diferență înseamnă lipsa blănii. Supraîncălzirea încetinește animalele endotermice, cum suntem noi.

După pierderea blănii, strămoșii noștri s-au confruntat cu o nouă provocare, pentru că au fost expuși luminii ultraviolete. Ultravioletele ajută la producerea vitaminei D, însă, de asemenea, distrug crucialul acid folic împreună cu alte componente sensibile la ultraviolete. Îți extragi folacina (asemenea acidului folic) din legumele verzi, cu frunze. Spre deosebire de vitamina D, corpul uman nu poate produce propria folacină. Aceasta își are rolul în dezvoltarea fetușilor. Bebelușii născuți din femei care au fost expuse prea mult ultravioletelor au defecte

ale coloanei și ale sistemului nervos central. Ei nu pot supraviețui. Așa că, acei oameni timpurii care au avut o cantitate un pic mai mare de melanină în piele, care bloca excesul de soare, s-au descurcat în medii cu lumină ultravioletă puternică mai bine decât cei cu pielea palidă.

În general, cu cât oamenii trăiesc mai aproape de ecuator, cu atât sunt mai expuși la ultravioletele recepționate și cu atât este culoarea pielii lor mai închisă, în medie. Puternicile condiții meteorologice locale pot, de asemenea, atenua nivelurile de radiații ultraviolete. Uită-te pe harta cu culorile pielii pe care le au oamenii originari din diferite regiuni ale Pământului. În apropierea ecuatorului, oamenii au pielea mai închisă. Acolo unde oamenii trăiesc mai aproape de spațiul cosmic, așa cum e cazul în Tibet, aceștia sunt expuși la mai multă lumină ultravioletă și au pielea mai închisă. Culoarea pielii este, în esență, o măsură a nivelurilor ultraviolete locale și este controlată de modificări adaptive relativ minore ale genomului.

Acest raționament mi-a fost explicat de Nina Jablonski, savantul care a făcut această cercetare fundamentală. (Era la Academia de Științe din California la acea dată, acum este la Penn State.) Ea demonstrează că între două persoane — două persoane oarecare — diferențele genetice sunt minuscule. Jablonski este un observator foarte atent al acestor diferențe subtile. Pentru ea, distincțiile fizice cele mai stabile nu se găsesc în culoarea pielii noastre, ci în configurația oaselor noastre, mai ales în forma capetelor. În timpul interviului nostru, s-a oprit și s-a aplecat spre mine cu mâinile deschise, ca și cum ar fi vrut să ajungă la un pepene de pe un raft. În același

timp, a făcut remarca: „Bill, ai un craniu european perfect." A trebuit s-o opresc și să-i explic că nu poate obține deocamdată craniul meu, fiindcă încă mă foloseam de el (și în continuare sunt foarte atașat de el). Dar mi-a captat atenția prin celelalte lucruri pe care le avea de spus despre migrațiile umane din întreaga lume.

După reușita din Africa, strămoșii noștri umani au plecat în căutare de noi pășuni și, probabil, de noi aventuri, către nord, spre Iranul și Irakul de astăzi. Aici, la o depărtare mai mare de ecuator decât în Africa de est, indivizii, care din întâmplare au avut pielea mai deschisă, s-au descurcat un pic mai bine. Au primit exact cantitatea optimă de vitamina D, fără să-și distrugă acidul folic și celelalte componente sensibile la ultraviolete. Ei au supraviețuit puțin mai mult decât cei care s-au născut în această regiune, dar și-au păstrat pielea africană sau pielea foarte închisă. În mod evident, africanii din nord au pielea mai deschisă decât cei din Africa Răsăriteană Ecuatorială.

Migrațiile dinspre și departe de ecuator au condus foarte repede la modificări ale culorii pielii noastre. Lucrul remarcabil este că toți oamenii, din toate locurile, au dezvoltat culori asemănătoare ale pielii pe măsură ce s-au mutat în locuri cu niveluri similare de lumină ultravioletă. După ce strămoșii noștri au dezvoltat agricultura, s-au mutat din Africa în Mesopotamia și apoi în est, în Eurasia. Dacă au rătăcit spre sud, în India de astăzi, urmașii care au avut pielea ușor mai închisă s-au descurcat mai bine decât cei cu pielea mai deschisă. Oamenii originari din sudul Indiei au deseori pielea atât de închisă, încât pare aproape albastră.

Iată care-i faza: asemenea strămoșilor din Africa, culoarea închisă a pielii indienilor din sud provine din melanină, însă în India de Sud pigmentul este activat de o combinație diferită de gene. Ei par să fi păstrat o parte din pigmentarea ancestrală a strămoșilor lor africani, dar au câteva combinații de gene suplimentare care ajută la producerea polimerilor de melanină. Acești oameni au migrat în sudul Indiei dintr-o zonă mai puțin expusă la ultraviolete și au dat din întâmplare peste o genă care activează melanina, ajutându-i pe urmașii lor să supraviețuiască unei cantități un pic mai mare de ultraviolete. Modificările în culoarea pielii s-au produs datorită mutațiilor complet independente în genele responsabile de culoarea pielii.

Un tipar asemănător s-a produs atunci când oamenii au traversat fâșia glaciară de pământ care este în prezent Strâmtoarea Bering, mutându-se din nord-estul Asiei (sărac în ultraviolete) în America de Nord și în sudul Americii Centrale și de Sud (cu un nivel mai mare de ultraviolete). Culoarea pielii lor este produsă de melanină, în strânsă legătură cu intensitatea luminii ultraviolete de pe tărâmul unde locuiesc. Același proces a produs o culoare mai deschisă a pielii pentru grupurile de persoane care s-au mutat în relativ neînsorita Europă de Vest și în Asia de Est. Și-au pierdut pigmentarea pentru a crește la maxim capacitatea de a produce vitamina D. Acolo unde este soare tot anul, băștinașii au pielea închisă. Unde există soare doar sezonier, băștinașii au pielea mult mai deschisă. Este valabil pretutindeni.

Această evoluție convergentă a melaninei oferă dovezi suplimentare că nu putem lua culoarea pielii drept

un indicator al identității rasiale. De asemenea, ne oferă un alt mod de a urmări evoluția umană. Existența a două gene distincte ale pigmentului pielii indică faptul că oamenii au migrat separat din Africa către zonele din nord și din est, probabil în două perioade diferite. Apoi, prin evoluție convergentă, populațiile indiene au ajuns să dezvolte genele care activează melanina, oferindu-le copiilor lor același avantaj într-un mediu bogat în ultraviolete ca și celelalte gene care activează melanina la populațiile din estul Africii.

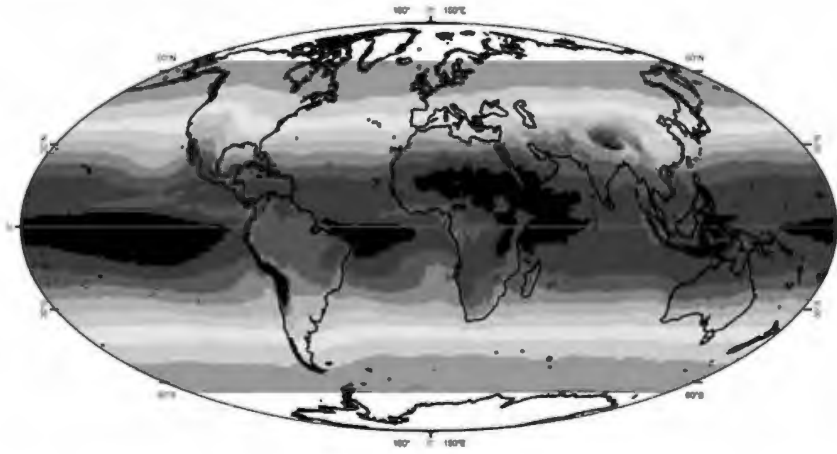
Atunci când comparăm culoarea pielii oamenilor originari din Tibet, care trăiesc la altitudini mari, cu cei din țările învecinate, constatăm că poporul tibetan are o piele puțin mai închisă decât vecinii de la altitudini mai mici. Apropo, ei se pot bronza mai ușor. Asta e logic. Când te afli la o altitudine mare, atmosfera dintre tine și Soare este mai redusă, așa că tu și vecinii tăi sunteți iluminați de mai multe raze ultraviolete decât cei care trăiesc mai jos. Urmașii tăi cu nuanță un pic mai închisă a pielii au o șansă mai bună de supraviețuire și de a-ți oferi nepoți decât cei care au avut o piele puțin prea deschisă pentru a produce o familie extinsă cum se cuvine.

Culoarea pielii este atât de sensibilă la mediul înconjurător încât oamenii de știință studiază culorile pielii populațiilor indigene pentru a cartografia migrațiile umane din Africa și din întreaga lume. Oamenii moderni, *homo sapiens*, au părăsit Africa în urmă cu 80 000 de ani. Au trecut prin Mesopotamia și au pornit spre Eurasia acum aproximativ 60 000 de ani. Cu doar 15 000 de ani în urmă, oamenii au traversat strâmtoarea Bering, din Siberia în America de Nord. Acum, aruncă o privire

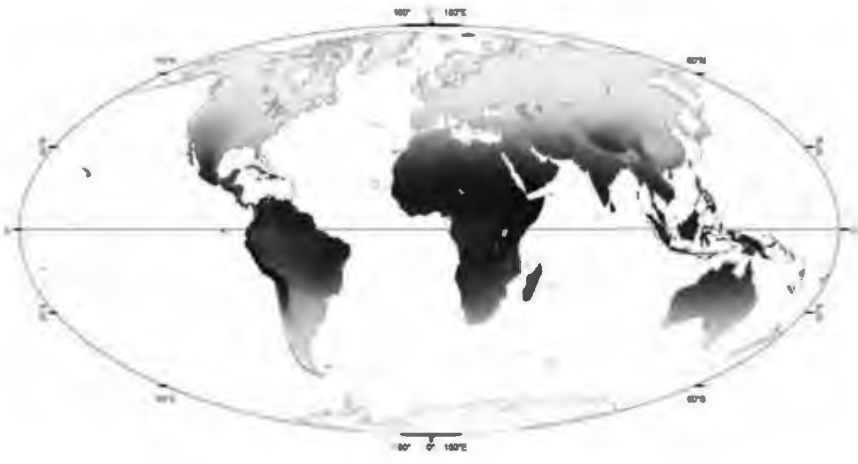
asupra celor două hărți. Pe măsură ce africanii au pornit în explorare spre est și spre nord, triburile native au dezvoltat o piele tot mai deschisă, pe parcursul generațiilor succesive. Pe măsură ce au migrat spre sud, pielea lor s-a închis din nou la culoare. Deplasându-se și mai departe spre est și spre nord, culoarea pielii lor s-a schimbat înapoi, într-o nuanță ușor mai deschisă.

Până când omenirea și-a croit drum spre America de Sud, triburile care o duceau bine acolo au dezvoltat o piele aproape la fel de închisă precum cei din triburile ancestrale din Africa. Există însă și aspecte care nu se pot observa cu ochiul liber, după cum a descoperit Jablonski când a compilat datele mai multor studii și a documentat relațiile dintre ultraviolete, vitamina D și acidul folic.

Triburile americane care trăiesc la latitudini tropicale au într-adevăr pielea închisă, la fel ca și cele din Africa. Însă triburile americane au o piele care nu este chiar atât de închisă; este un pic mai deschisă decât a africanilor. De se întâmplă asta? În primul rând, oamenii nu au trăit în America la fel de mult cât au trăit în Asia și în Africa, astfel încât schimbările evolutive nu au avut atât de mult timp să se acumuleze. Savanții au observat, de asemenea, că până în momentul în care au ajuns în sud, de-a lungul coastelor americane, oamenii își dezvoltaseră o tehnologie simplă de protecție împotriva ultravioletelor: mă refer la pălării și la haine. Triburile lor își formaseră obiceiul de a se îmbrăca și acest lucru a întrerupt progresia către o piele tot mai închisă pe măsură ce se îndreptau către sud, unde soarele era mai puternic. Este pur și simplu uimitor.



Mesajul pe care trebuie să-l reținem de aici, după cum arată Jablonski, este că nu există rase diferite de oameni. Toate diferențele pe care noi le asociem cu rasele sunt produsul nevoii noastre de vitamina D și a relației avute cu Soarele. Doar câteva mănunchiuri de gene controlează culoarea pielii; schimbările culorii pielii sunt recente; ele au oscilat odată cu migrațiile; ele nu sunt identice nici măcar între două grupuri cu pielea asemănător de închisă; și sunt mărunte prin comparație cu totalul genomului uman. Așadar, culoarea pielii și „rasa" nu sunt niște trăsături nici semnificative, nici definitorii în mod consistent. Am descins cu toții din aceiași strămoși africani, fiind foarte puțin separați genetic unul de celălalt. Diferitele culori sau nuanțe ale pielii sunt rezultatul unui răspuns evolutiv la lumina ultravioletă în mediile înconjurătoare locale. Toată lumea are pielea maro, colorată de pigmentul melanină. Unii oameni au pielea maro-deschis. Unii oameni au pielea maro-închis. Dar toți suntem maro, maro, maro.



Reacțiile noastre față de alte grupuri sunt cât se poate de reale, dar biologia evoluționistă ne arată că aceste reacții nu au nimic de-a face cu rasa, pentru că rasa nu este reală. Din punct de vedere științific, există tribalism și predispoziții de grup, dar nu poate exista niciun fel de rasism. Suntem cu toții unul.

33

OARE SPECIA UMANĂ ÎȘI CONTINUĂ EVOLUȚIA?

Încă mai am amintiri puternice de când l-am cunoscut pe Ivan. Avea un mare număr de fani, așa că stăteam în spatele barierei și îi făceam cu mâna, asta era tot, dar cred că m-a observat și mi-a răspuns înapoi. Mi s-a părut totul atât de entuziasmant. Acest lucru s-a întâmplat de câteva ori — o dată în Tacoma, Washington, și apoi, câțiva ani mai târziu, în Atlanta, Georgia. Mă entuziasmam pentru că Ivan era special. Spre deosebire de majoritatea cititorilor acestei cărți, Ivan era o gorilă de munte.

Secvențierea genei moderne ne informează că Ivan și cu mine aveam multe în comun. În interior, suntem cam 97% la fel. Este o distanță scurtă de evoluție între noi și, pe când stăteam acolo, puteam simți asta — atât de aproape și totuși atât de departe. De ce descendența mea s-a abătut de a lui Ivan în ultimele milioane de ani? Privindu-l, nu am putut să nu mă întreb cum vom continua să ne schimbăm. Vom prelua controlul asupra propriei noastre evoluții, în modul în care am preluat controlul asupra culturilor noastre și am început s-o facem și asupra celulelor noastre stem? Dacă ai avea controlul asupra propriului genom, ce îmbunătățire anume i-ai aduce? Și cum rămâne cu Ivan:

vom lăsa specia lui, neamul nostru de primate, din ce în ce mai în urmă pe Arborele Vieții?

L-am vizitat pe Ivan în timp ce lucram la Boeing, în zona Seattle, aducând îmbunătățiri minuscule avionului 747. Ivan era binecunoscut. A merge să-l vezi era ceva foarte obișnuit pentru un vizitator din Pacific Northwest, era ca și cum ai merge la Târgul de Stat de la Washington, din Puyallup, pentru pâine și căpșuni. În acel moment, Ivan trăia într-o cutie de beton, în subsolul unui bizar magazin vechi, numit „B & I" după proprietarii săi, Bradshaw și Irwin. Avea un leagăn dintr-un cauciuc și o grămadă de banane. A fost adus în S.U.A. ca bebeluș, în preajma anului 1964. Sora lui a murit de tânără, dar Ivan a continuat să trăiască în cutia sa cu leagăn până la vârsta de 32 de ani.

Când mă uitam prin fereastra de la subsol a acelui magazin ciudat, îmi era imposibil să nu fac comparația dintre noi doi. Este surprinzător cât de apropiați suntem, dar cât de diferit arătăm și ne comportăm. Nu știu prea multe despre gorile, dar după mintea mea umană, părea plictisit de viață și puteam înțelege de ce. Oameni, o mulțime de oameni. Aceeași mâncare în fiecare zi. Un cauciuc pe un lanț. Pe vremea aceea, „B & I" nu mai era în zilele sale de glorie. Era pe cale să dea faliment. S-a semnat o înțelegere, iar Ivan a fost transferat la grădina zoologică din Atlanta. Acolo l-am văzut ultima oară.

În acel moment, lucram la Disney și traversam frecvent Atlanta. L-am întâlnit pe un vechi prieten și pe copiii lui la grădina zoologică din Atlanta. Și iată-l din nou pe Ivan. În timpul acelei vizite, Ivan arăta grozav.

Avea vreo câteva gorilițe, clar impresionate de gorilenia lui. Se scălda în soare și interacționa cu domnițele. Am simțit o profundă ușurare. Părea mult mai fericit. Prin asta mă refer la poziția lui și la modul în care se plimba printre membrii familiei sale zoologice. Îmi amintesc un dialog din *Iulius Cezar*, de William Shakespeare, în care Cassius spune: „Ăsta-i Cinna, îl cunosc după umblet; E un prieten." Țin minte că am realizat, în primul rând, că poți recunoaște pe cineva după modul în care merge și, în plus, poți deduce o mulțime de lucruri despre acea persoană după postura și mișcarea sa. Asta am simțit față de amicul meu, Ivan. Avea o dispoziție proastă în Tacoma și o dispoziție foarte bună în Atlanta.

Din anumite motive, acest tip de meditație despre rudele mele primate m-a urmărit, deși cuvântul meditație e poate o exagerare. Am debutat în televiziune la emisiunea comică locală din Seattle, *Almost Live!* (Bob Nelson, care a scris scenariul filmului nominalizat la Oscar *Nebraska*, și grozavul actor Joel McHale au debutat și ei în această emisiune.) Îl jucam pe Ivan. Purtând un costum de gorilă și folosind subtitrări, Ivan (mă rog, o maimuțăreală a lui Ivan) explica faptul că totul e bine pentru mine, pe bune, cu excepția faptului că eram blocat în Tacoma! Pe parcursul secvențelor comice, îl puneam pe Ivan să joace tenis. Oricine se uita își putea da seama că eu sunt cel care joacă tenis, chiar dacă eram îmbrăcat în costum de gorilă. Mă recunoșteai după umblet. Îmi dădeam toată silința să par plictisit și înfuriat, după cum presupuneam că trebuie să fie Ivan. Argumentul meu este că modul de comportament al unui primat este evident din aceleași motive pentru care comportamentul și postura noastră

sunt evidente. Sunt adânc înscrise în noi. Se găsesc în acel ADN pe care îl împărtășim în proporție de 97%.

După vreo trei ani, lucram la propria-mi emisiune, *Bill Nye, Tipul cu Știința*. Episodul 53 s-a numit „Mamifere". În cadrul filmărilor, am vizitat o altă gorilă numită Vip, la Parcul Zoologic din Woodland, Seattle. O ducea bine. Adică ronțăia ceva ce-mi părea a fi varză chinezească și se uita la mine. Am avut impresia că-i pot resimți ranchiuna și resemnarea. Parafrazez: „Care-i treaba, omule? Tu ești acolo, complet fără păr. Arăți ca un molâu demn de milă; îmi vine să te îndoi de genunchi și să te frâng în două — iar eu sunt vegetarian. Cumva, tu și neamurile tale m-ați închis aici, de partea asta a peretelui transparent (sticlă groasă). Vreau să zic, omule, e naspa. Și mersi pentru varza chinezească de doi bani, tocilar fără păr..."

Recunosc, acest dialog a fost în întregime în mintea mea, dar te provoc: mergi la o grădină zoologică unde te poți apropia de gorile, privește-le în ochi și zi-mi că ele nu știu cum stau lucrurile. Noi doi avem norocul natural să fim mai inteligenți și mai îndemânateci decât gorilele. Ele nu-și pot da seama cu adevărat cum au aranjat oamenii totul, dar pot înțelege că au tras bățul mai scurt din punct de vedere genetic. Trebuie să te întrebi dacă așa ne-am simți și noi dacă am putea să-i privim pe viitorii oameni — sau orice urmează să devenim.

Întrucât savanții și inginerii au dezvoltat mașinării și reactivi chimici care pot determina secvența exactă a bazelor chimice din catenele de ADN, am aflat că oamenii și gorilele împărtășesc 97% din codul genetic. Poate există doar 3% diferențe în ADN, dar uau, cât de diferit arătăm

și ne comportăm (făcând abstracție de fostul meu șef). Din când în când, îi auzi pe oameni că fac aluzie la gorila de 400 de kilograme din încăpere. Totuși, pentru majoritatea gorilelor, 400 de kilograme este o supraestimare; de obicei, cântăresc în jur de 250. În general, gorilele merg cu ajutorul picioarelor și al articulațiilor mâinilor. Noi mergem exclusiv în două picioare. Gorilele nu stau în poziție verticală. Noi stăm. Gorilele sunt acoperite cu păr. Noi nu. Creierul gorilelor este mai mare decât al nostru, dar al nostru este mai mare prin comparație cu greutatea și dimensiunea noastră. Toate aceste distincții provin din acel 3%.

Cum ar fi stat lucrurile dacă am fi fost diferiți doar în proporție de 1,2%? Aceasta este, cu aproximație, diferența genetică dintre oameni și cimpanzei. Ce zici de o diferență de 0,5%? Ei bine, lucrurile ar fi diferite. Celelalte creaturi ar arăta aproape la fel ca noi. Ar putea fi un pic mai solide, dar s-ar putea plimba printre noi fără să pară nelalocul lor. S-ar comporta probabil asemănător nouă. S-ar putea dovedi mai puternice, dar nu la fel de iscusite în fața unei probleme de șah sau de algebră.

Această diferență de 0,5% pare valabilă pentru aproximativ șase specii de creaturi asemănătoare omului care au trăit pe Pământ acum mai puțin de patru milioane de ani. Vorbim despre hominizii descoperiți de paleontologi, membrii apropiați ai familiei noastre evolutive. Ai auzit fără îndoială de neanderthalieni și de oamenii de Cro-Magnon. Dar ești familiarizat totodată cu extraordinarele descoperiri din următoarele situri arheologice: Zhoukoudian, Ngandongian, Sangiran și Saint-Césaire? Hominizii care au trăit acolo aveau probabil 99,89% din

ADN-ul nostru, totuși noi suntem aici, iar ei au dispărut — cu toții. Cumva, strămoșii noștri i-au întrecut pe toți. Poate că strămoșii noștri mai recenți s-au priceput mai bine să alcătuiască hărți sau să spună povești sau, în general, să recunoască tipare. Poate că predecesorii noștri imediați au avut o genă care i-a făcut un pic mai rezistenți la un anumit tip de malarie. Toți ceilalți au murit, cu excepția *homo sapiens*, filiația noastră directă.

Dacă diferența dintre noi și amicul meu, gorila Ivan, este de doar 3 procente, iar noi putem construi, prin comparație cu el, atât de multe arme uimitoare, gândește-te doar cum ar fi dacă am întâlni niște extratereștri ale căror molecule de ADN ar fi cu 3 procente mai avansate decât ale noastre. N-am avea nicio șansă. (Desigur, s-ar putea să nu aibă ADN, iar diferența să fie mai mare de 3%, ceea ce doar ar înrăutăți lucrurile pentru noi). În cursul selecției naturale, o mică diferență în ADN poate face diferența în competiția pentru resurse, în pregătirea pentru o iarnă grea sau pur și simplu în găsirea căilor de scăpare din calea unui trib de oameni ai peșterii mai puternici și mai duri, aflați pe urmele tale.

Oamenii moderni sunt rezultatul unei explozii inovative în cadrul evoluției, care a avut loc în ultimii patruzeci de mii de ani, în mare parte probabil datorită unei îngustări. S-a produs o situație de echilibru punctat, undeva în Africa de Est. Un trib al strămoșilor noștri a rămas izolat de restul. A parcurs un set favorabil de mutații, care s-au transmis continuu de atunci înainte. Oamenii care au trecut prin această îngustare erau aproape uniformi din punct de vedere genetic, așa cum se întâmplă de obicei când avem de-a face cu o populație destul de

mică. Ne-am schimbat mai repede decât oricând în ultimii zece mii de ani și, probabil, în ultimele câteva sute de ani. Ne place să credem că suntem imuni la evoluție, că am depășit faza asta, dar suntem încă în mijlocul procesului. Doar că, pur și simplu, nu putem vedea pădurea din cauza copacilor.

Populația umană continuă să crească. Când am vizitat Târgul Internațional din New York, în 1965, existau 3 miliarde de oameni. Astăzi, există aproape 7,2 miliarde, cu M mare. Dacă se vor produce noi mutații genetice, cu noi avantaje, probabil că ele vor proveni din Africa sub-sahariană, pentru că acolo iau ființă cei mai noi oameni. Care vor fi aceste inovații, mai exact? Oare următoarea mare inovație în domeniul ADN-ului uman ne va oferi posibilitatea de a face față schimbărilor climatice și informațiilor de mare viteză din dispozitivele noastre? Timpul ne-o va dezvălui.

Din moment ce toți ceilalți hominizi au dispărut, vom fi și noi înlocuiți de următoarea generație de hominizi, mai bine înzestrați? Există vreun *homo superius* după colț, gata să ne ia locul? Să ne gândim ce-ar însemna asta: pentru a da naștere unei noi specii, ar trebui să se întâmple ceva care să creeze o îngustare sau o izolare, astfel încât fondatorul sau fondatoarea și perechea sa să iasă în evidență și să se separe de noi doi și de urmașii noștri. În lumea modernă, acest lucru este foarte improbabil. Există avioane, și vapoare, și internet.

Circumstanțele contează; oamenii sunt supuși contingenței, la fel ca oricare altă specie. Dacă nu reușim să ne apărăm de căderea unui asteroid? Sau dacă are loc un război uriaș și toate mijloacele noastre de transport

intercontinentale sunt distruse? Poate că atunci o populație izolată de oameni va trăi separat de noi, restul, destulă vreme încât să nu mai fie capabilă să se împerecheze cu noi cu succes. Ascultă doar câte dialecte ale limbii engleze există. Atunci când populațiile umane sunt separate chiar și pentru puțin timp, încep să vorbească diferit. Printr-o separare mai profundă, s-ar putea produce alte schimbări, mai mari. Poate că acest lucru s-ar putea întâmpla undeva în afara Pământului, cum ar fi într-o colonie de pe Marte. În lipsa izolării geografice, nu sunt convins că putem obține vreodată o nouă specie de hominid. Dar asta nu înseamnă că oamenii nu mai evoluează, pentru că acest lucru se întâmplă cu siguranță.

Nu ne putem îndepărta de evoluție. Genomurile noastre colectează mutații în mod continuu și ne selectăm în permanență partenerii. Oare oamenii se împerechează în mod preferențial cu cei care sunt înalți? Blonzi sau bruneți? Drăguți, scorpii sau ticăloși? Cu toate revistele noastre lucioase și cărțile de autoperfecționare, oare producem descendenți care sunt mai deștepți și mai arătoși? Trebuie să mărturisesc că am citit primul volum din seria *Cincizeci de umbre ale lui Grey*[49]. Am reținut din el că bărbatul ideal este un tip tânăr, atrăgător și uimitor de bogat. Cine ar fi ghicit? Nu pot să nu mă întreb dacă acest lucru face parte din efectul de selecție care îi îndepărtează pe oameni în mod continuu de Ivan.

Oare oamenii inteligenți aleg alți oameni inteligenți cu care să aibă copii, iar acest lucru este profitabil din punct de vedere genetic? Oare produc ei cu adevărat

[49] *Fifty Shades of Grey* (2011), roman erotic al autoarei britanice E.L. James. (*N.t.*)

descendenți mai inteligenți, care ajung să câștige mai mulți bani și să întrecă, în ritm foarte încet, celelalte familii competitoare? Sau inteligența este o trăsătură pierzătoare, deoarece cuplurile cu studii superioare tind să aibă familii mai mici, așa că, atunci când se întâmplă ceva, există mai puțini frați care să transmită genele mai departe? Sau, din moment ce bărbații și femeile cu studii superioare au copii mai târziu în viață decât cei care nu-și irosesc cei mai buni ani prin universități, copiii celor cu un nivel ridicat de educație debutează în lume cu mai multe probleme din naștere și sunt predispuși la probleme genetice mai subtile rezultate din maternitatea și paternitatea târzii? Să cânte muzica sumbră.

Îmi amintesc de o fază tipică pentru comediantul Steve Martin, care întreba: „Mai țineți minte când lumea a explodat? Țineți mine? A trebuit să venim cu toții pe planeta asta, într-o navă spațială uriașă? Vă amintiți că guvernul a decis să nu dezvăluie asta la toți proștii, de teamă să nu...“ Și lăsa fraza în suspensie, în vreme ce publicul realiza imediat că se amuză pe seama lor, ei fiind „toți proștii“ din acea glumă.

Decât o rasă viitoare de oameni hiperinteligenți, capabilă să îi întrecă pe toți ceilalți, mult mai probabilă este o rasă de *homo sapiens* în stare să învingă o boală. Probabil cea mai importantă sită evolutivă prin care orice viitor om va trebui să treacă are legătură cu microbii și paraziții. Amintește-ți de epidemia de gripă spaniolă, din anii 1918-1919, când aproximativ 50 de milioane de oameni au fost uciși de ceva prea mic pentru a fi măcar văzut, ce să mai vorbim despre a fi vânat și distrus. Moartea Neagră din secolul al XIV-lea s-ar putea să fi ucis aproape

200 de milioane de oameni. Noi doi suntem descendenții unor oameni care, din întâmplare, au genele necesare în lupta împotriva virusurilor și bacteriilor mortale.

Cei care vor supraviețui în viitor vor dezvolta, probabil, rezistență la anumite boli la care niciunul dintre noi nu face față în prezent. Există o mulțime de alte căi prin care schimbările evolutive vor continua, indiferent ce se va întâmpla. Cei care vor supraviețui vor avea poate o mai mare toleranță la lapte. Bebelușii din societățile industrializate au acces la lapte ca nimeni altcineva înaintea noastră. Poate că o toleranță genetică la lapte va contribui încet la supraviețuirea mai multor bebeluși, care vor ajunge la rândul lor să aibă copii. Există dovezi că oamenii cu nivelul de zahăr din sânge extrem de ridicat și, mai ales, extrem de scăzut au mai puțini descendenți. Așadar, măcar unele modificări subtile se vor transmite în bazinul genetic al populației umane. Se întâmplă asta chiar acum.

Apoi, există o întreagă categorie de variante posibile ale viitorului uman, influențate de propriile tehnologii. Susțin o mulțime de prelegeri în universități și pentru publicul obișnuit. Îmi place să le susțin, să vorbesc și așa mai departe, însă partea preferată a serii este când cei din public se apropie de microfon și-mi pun întrebări. Una dintre temele cele mai comune este ceea ce oamenii numesc „Singularitate". Acesta este un presupus timp iminent (2029, după unele versiuni ale poveștii) când computerele vor deveni la fel de sofisticate precum creierul uman. Din acel punct încolo, după cum se presupune, mașinăriile vor depăși oamenii în aproape toate domeniile. Vor exista algoritmi de parcare auto superiori,

sprijin în caz de dezastru, asistență juridică, o știință a rachetelor și, în general, o gândire superioară. Efectuând următorul pas logic, inteligența artificială va trebui să fie gestionată cu atenție, pentru că, la urma urmei, oricare dintre aceste mașini viitoare, dotate cu creier, ne poate învinge și depăși în orice privință practică.

Uite care-i treaba, îmi place să mă gândesc la viitor în termeni măreți. Iubesc science-fictionul la fel ca oricare dintre noi. Însă sunt sceptic că această singularitate va fi un moment deosebit de special în istoria umanității. Spun asta pentru că cineva trebuie să furnizeze energia pentru aceste mașinării. Cineva trebuie, la sensul figurat (sau chiar la sensul propriu până în 2050 și ceva), să dea cărbunele la lopată. În prezent, la începutul anilor 2000, avem mai multe telefoane mobile decât oameni. Chiar și așa, doar jumătate dintre noi au acces la aceste dispozitive. Există locuri în Africa rurală și China rurală unde oamenii nu au efectuat niciodată un apel telefonic, de niciun fel. Singularitatea nu îi va afecta o vreme, poate chiar deloc.

Îmi amintesc de filmul *Colossus: Proiectul Forbin*, din 1970, bazat pe romanul *Colossus*, din 1966[50]. În poveste, atât S.U.A., cât și Uniunea Sovietică utilizează computere pentru a controla uimitorul lor arsenal de arme nucleare. Mașinăria din S.U.A., numită „Colossus", se află într-un buncăr impenetrabil și este alimentată de propriul său reactor nuclear (cât de greu putea fi?). Pornind de la faptul că asta va ajuta la evitarea problemelor (de fapt, din acest punct al poveștii, apar și *mai multe* probleme), se

[50] Roman scris de Dennis Feltham Jones. (*N.red.*)

stabilește conectarea celor două supermașinării într-una singură, imensă. După cum îți poți imagina, lucrurile o iau razna într-un mare stil.

O parte componentă a acestei gândiri despre singularitate este ideea că tehnologia noastră informațională va fi atât de sofisticată încât va putea include întreaga conștiință umană într-o mașinărie de tipul unui computer. Există organizații care cred în ceea ce ele numesc transumanism. Oamenii ar putea, într-un anume sens, să trăiască pentru totdeauna... adică până când îi va scoate cineva din priză. O prietenă de-a mea poartă la gleznă o brățară care explică ce trebuie să se întâmple cu capul ei după moarte. Vrea să fie înghețat, în credința sau speranța că în viitor, cândva, craniul ei mort va putea fi conectat la mașinăria potrivită și asta îi va readuce creierul la viață sau îi va descărca într-un fel conștiința stocată. Unul dintre site-urile de internet pentru compania de stocare-de-capete se laudă că nu au avut niciodată o problemă cu sistemul lor criogenic și că acesta a funcționat neîntrerupt din 1976. Este infailibil deoarece nu trebuie decât să adauge azot lichid o dată la trei săptămâni. Stai. De unde iau azotul lichid? Este produs de o fabrică cu ajutorul energiei electrice. În Michigan, unde se află această companie, energia electrică provine, în cea mai mare parte, din arderea cărbunelui. Toate bune și frumoase pentru capetele înghețate până când se va produce o criză de energie electrică.

Între timp, oamenii obișnuiți vor avea copii, care s-ar putea să găsească alte lucruri mult mai interesante de făcut decât să converseze cu oamenii morți prin intermediul mașinăriilor electrice pentru creier. Majoritatea

copiilor se vor naște în lumea în curs de dezvoltare, care se află, în principiu, la o distanță foarte, foarte mare de aceste extraordinare centre tehnologice ale creierului. Desigur, după cum spun adesea, s-ar putea să mă înșel. Mașinăriile Colossus din viitor pot fi concepute pentru a administra în mod eficient orașe întregi și pot face acest lucru la perfecțiune. Nu este greu să ne imaginăm că sistemele de canalizare, sistemele de energie solară și sistemele de transport vor fi dirijate de un mare creier al viitorului. Cu toate acestea, cred că sexul și creșterea copiilor vor fi principalul mod în care cei mai mulți dintre noi își vor transmite genele în viitor, chiar și după ce mașinăria singularității va fi construită în laborator.

Dacă vrei să ne îndreptăm spre un viitor science-fiction al evoluției umane — e distractiv să speculezi, deci, de ce nu? — un factor mult mai rezonabil, poate chiar inevitabil, este ingineria genetică. Cercetătorii medicali sunt deja pe punctul de a reuși ca bebelușul tău să nu sufere de Boala Huntington sau de platfus. Va fi posibil ca, folosind genetica, să obținem copii mai inteligenți? Sau jucători de baseball mai buni? Vom putea face oare toate astea într-un vas Petri[51], înainte ca sperma și ovulele să se combine? Ar fi etic din partea noastră? Mai important, dacă producem oameni inteligenți, se vor simți ei confortabil din punct de vedere social?

Povestirile science-fiction despre persoanele superioare produse de ingineria genetică se termină aproape întotdeauna prost. Oamenii superiori provoacă prea

[51] Vas rotund, neted, din sticlă transparentă, cu capac, folosit pentru cultivarea microorganismelor. Vasul a fost numit după inventatorul său, bacteriologul german Julius Richard Petri (1852–1921). (*N.t.*)

multe necazuri, de regulă pentru că nu se potrivesc cu ceilalți. În lumea reală, aceste probleme se vor amplifica și, foarte probabil, vor fi însoțite de o mulțime de controverse. În calitate de alegători și contribuabili, fiecare dintre noi poate avea niște opțiuni interesante de făcut în legătură cu permisiunile acordate medicinei. S-ar putea să ne confruntăm cu oameni modificați genetic, care au luat ființă prin intermediul unor tehnici de inginerie genetică ilegale. Care ar fi statutul acestor clone umane ilicite? Cu cât suntem mai informați despre toate acestea, cu atât vom lua decizii mai bune.

Prin contrast, sunt atent la marile schimbări care provin de pe urma bunei și bătrânei selecții naturale darwiniste. Ce trăsătură ar putea oferi viitorului copil un asemenea avantaj încât el sau ea să crească și să producă un nou copil uimitor, capabil să iasă în evidență și să atragă un partener la fel de merituos cu care să se împerecheze? Am auzit multe femei spunând că se dau în vânt după tipii cu un simț dezvoltat al umorului. Acest lucru rezonează cu mine dintr-un anumit motiv. Va exista în viitor un tip atât de amuzant, dar care să nu arate caraghios, capabil să își seducă partenerele prin uimitorul său simț umoristic? Oare meșteșugul ironiei sale va fi atât de bun încât femeile vor înnebuni după el și el va reuși să se împerecheze și să se reproducă într-o veselie? Legiuni întregi de foști și actuali comedianți speră asta. (Mulți dintre ei o cred din tot sufletul.) Va exista un tip care-și va dezvolta așa niște mușchi pectorali, iar femeile îl vor găsi atât de irezistibil, încât se va împerechea la nesfârșit?

Apropo, care este cel mai sexy lucru la o femeie? Nu este o întrebare capcană. Nu e cazul ca bărbații să se

teamă de vreo remarcă secundară, incorectă din punct de vedere politic, sau de vreo expresie facială. În opinia mea, cel mai sexy lucru la o femeie este zâmbetul ei. Dacă femeia nu zâmbește sau nu zâmbește cum trebuie, bărbații n-o vor plăcea. Ei vor căuta alte femei, care zâmbesc plăcut. Ce implicații ascunde zâmbetul? Dinți buni, atenție, privire seducătoare și abilitatea de a fi fericită. Fiecare dintre acestea este o trăsătură aparent moștenită. Fiecare dintre ele nu va fi prea afectată de computerele strălucitoare, conectate la un cuib de capete înghețate.

Un zâmbet vine din interior. Dacă nu este autentic, ne putem da seama, deși nu în mod conștient și, de cele mai multe ori, nu imediat. Oare o viitoare generație de femei va zâmbi seducător, pentru că cele care zâmbesc bine sunt mai capabile să atragă un bărbat care să le poată întreține, reproducându-se cu succes și asigurându-se că atât genele proprii, cât și cele ale bărbatului vor fi transmise mai departe? Este mai probabil oare să fie transmise mai departe genele femeilor mai rezistente la naștere? Sau, indiferent ce gene are fiecare, acestea au o șansă mai bună de a fi transmise în viitor dacă el sau ea trăiește într-o societate industrializată în care operațiile de apendicită (ca a mea) sunt o chestiune de rutină?

O altă observație: orice trăsături genetice distinctive — bune sau rele — care există întâmplător într-o populație cu acces la servicii medicale eficiente vor fi transmise mai departe. Îngrijirea medicală preia anumite presiuni de selecție și poate introduce altele. Genele neselectate sunt transmise, în general, pentru că acea societate sau trib își transmite atât de mulți membri în viitor. Sunt aceste efecte suficient de puternice încât să

figureze într-un viitor studiu de cercetare aprofundat? Vor influența ele în mod semnificativ evoluția noastră în ansamblu?

Oricare ar fi viitorul omenirii, sper foarte mult că suntem cu toții implicați, că toți vom continua să rămânem o specie suficient de înțeleaptă încât să apărăm existența în lume a cât mai multor hominizi și a altor vietăți, precum Ivan și Vip. Sper că vom continua să ne folosim creierul nostru masiv pentru a înțelege și respecta procesul extraordinar prin care am devenit (și sperăm să rămânem) cea mai importantă specie de pe planetă.

34

ASTROBIOLOGIA ARE CUVÂNTUL: E CINEVA ACOLO?

Îmi amintesc cu intensitate unul dintre momentele în care m-am întins pe iarbă, în curtea din față, în Washington, D.C., pe când aveam vreo nouă ani. Cerul era de un minunat albastru-strălucitor. Tatăl meu, influențat de timpul petrecut privind cerul într-un lagăr de prizonieri de război, în timpul celei de a doua conflagrații mondiale, era fascinat de stele. M-a lăsat să privesc de câteva ori prin vechiul său telescop; experiența mi-a dat un vag sentiment că *ar trebui* să existe și alte lumi în jurul acestor puncte de lumină îndepărtate. În această zi anume, tocmai fusesem la Galeriile Naționale de Artă și văzusem niște tablouri de Van Gogh. Eram intrigat că cerul lui nu era întotdeauna albastru. Am întors aceste idei pe toate părțile în mintea mea. Îmi amintesc că mi-am imaginat un alt băiat, ca mine, trăind într-o altă lume și întrebându-mă cum arăta oare cerul acolo. Era verde? Roz?

Ceea ce odinioară era un subiect al viselor copilăriei reprezintă acum următoarea frontieră în știința evoluționistă. Din 1995, astronomii au descoperit aproape două mii de planete autentice în jurul altor stele. Unele dintre aceste planete sunt similare cu Pământul, ca

mărime și masă. Mai bine de douăzeci dintre ele orbitează în zona locuibilă, la o distanță de stelele lor unde temperaturile sunt potențial potrivite tipului de viață de pe Pământ. Extrapolând în mare măsură, în galaxia noastră ar putea exista 50 de miliarde de planete locuibile. În zilele noastre, există un întreg domeniu științific cunoscut sub numele de astrobiologie — studiul vieții printre stele.

Întrebarea despre viața pe alte tărâmuri este efectiv un alt mod de a chestiona cu privire la organismele vii în general. Echivalează cu întrebarea: „Dar ce presupune să fii un organism viu?" Ne obligă să reexaminăm toate ideile evolutive pe care le-am discutat până acum, de jos în sus. La nivelul cel mai de bază, în mod categoric, viața are nevoie de anumite substanțe chimice. Orice ființă realistă pe care ne-o putem închipui trebuie să fie făcută din atomi și din molecule, la fel ca noi doi, păsările și copacii. (Sigur, în povestirile science-fiction există organisme vii făcute din energie pură sau din materie întunecată sau din alte lucruri exotice, dar nu despre genul acesta de speculații științifice grele vorbesc aici.) De acolo, lucrurile devin repede mai ambigue.

Când eram în școală, se considera în general că, pentru viață, e nevoie de lumină solară. Toți sunt încă de acord că e nevoie de o sursă de energie și că lumina Soarelui este una extraordinară, dar acum oamenii de știință înțeleg că nu este singura posibilă. În timpul vieții mele, s-au descoperit ecosistemele din craterele hidrotermale, de pe fundul mării, unde nu pătrunde lumina Soarelui. Aceste sisteme sunt alimentate într-un mod pe care oamenii de știință nu l-au luat în considerare

până când nu l-au văzut în acțiune. Animalele de acolo se bazează pe anumite bacterii, care îi ajută să metabolizeze energia chimică în hidrogen sulfurat și apă, și pe cantitatea extraordinară de energie termică care țâșnește din fundul oceanului. Bacteriile, la rândul lor, produc substanțe chimice pentru giganticii viermi tubulari, pentru strălucitorii crabi albinoși și pentru scoicile nefiresc de mari, reușind cu toții să-și ducă astfel existența.

În ultimii ani, craterele oceanice hidrotermale de mare adâncime au fost studiate pe scară largă. În momentul scrierii acestor rânduri, se pare că organismele de acolo au trăit mai întâi la suprafață. Toate sunt, probabil, descendentele unor creaturi de suprafață; în Cronologia Vieții sunt poziționate la dreapta și în aval față de celelalte scoici, crabi și viermi. Dacă așa stau lucrurile, această constatare conține un mesaj important: biochimia vieții este suficient de flexibilă încât poate trece de la un anumit tip de energie la alta. Dar procesul a trebuit să înceapă undeva. Pentru ca întregul metabolism cunoscut al vieții să ia naștere, substanțele chimice au avut nevoie de o sursă de energie inițială. Poate viața a început într-o mare fierbinte și și-a croit drum spre suprafață. Cercetările continuă în ritm alert.

Conform unei ipoteze deosebit de convingătoare, impulsul de energie în cauză a fost o radiație electromagnetică din spectrul ultraviolet. Pentru voi, iubitorii de latină, ultra înseamnă „deasupra" în latină. Deci, ultravioletul se află la un nivel de energie deasupra violetului sau purpuriului, vizibil ochilor noștri. Ipoteza ultravioletă indică cel puțin două moduri de a explora originea vieții. În primul rând, am putea verifica modelele computerizate

ale climei și mai ales modelele noastre computerizate despre evoluția stelelor și să vedem dacă este plauzibil ca Pământul să fi fost bine iradiat de lumina ultravioletă a Soarelui în zorii vieții, acum 3,5 miliarde de ani, să spunem. În al doilea rând, putem studia dacă există ceva în genele sau în ADN-ul creaturilor din craterele oceanice, care să ne dea un indiciu cu privire la originea lor și la nevoia strămoșilor lor de a fi folosit lumina ultravioletă pentru metabolismul lor timpuriu. Dacă acest lucru se dovedește a fi adevărat, înseamnă că aceste organisme vii au trăit mai întâi la suprafață și s-au îndreptat apoi spre adâncurile oceanului. Este un aspect fascinant de cercetare, care ne-ar putea da informații despre modul în care să căutăm viața în alte lumi, putând conduce la descoperirea vieții în altă parte.

În anii următori, ne putem aștepta la mai multe experimente care să încerce să studieze originea vieții în mod direct, prin recrearea experimentului naturii și sintetizarea în laborator a moleculelor care se autoreproduc. Atunci va fi rezonabil să întrebăm: este viu?

Fie că suntem în căutare de noi forme de viață în natură, fie că încercăm să le creăm noi înșine, iată ceva de care vor avea nevoie cu siguranță: lichid. Viața necesită un anumit tip de solvent pentru a transporta moleculele dintr-un loc în altul, deoarece extrage energia din ele sau le folosește pentru a face alte substanțe chimice să se deplaseze în jurul lor. Astrobiologii au studiat tot felul de lichide care ar putea susține viața: amoniac, clor, metan lichid, alcooluri de diferite soiuri și așa mai departe. Ei le-au explorat proprietățile la diferite temperaturi și presiuni. În cele din urmă, au revenit la apă. Este pur și simplu

un solvent foarte eficient, foarte versatil. De asemenea, are avantajul de a exista din abundență.

Sistemul nostru solar este încărcat de apă, dacă știi unde să te uiți. Satelitul Europa al lui Jupiter are un ocean cu apă sărată dedesubtul unui strat gros de apă înghețată. Asteroizii sunt adesea alcătuiți din gheață. Asteroidul gigant Ceres — atât de mare încât a fost reclasificat drept planetă-pitică (o expresie jalnică, așa e) — pare a avea o suprafață din argilă umedă. Vom ști destul de curând, deoarece nava spațială *Dawn* se îndreaptă într-acolo în 2015[52]. Pluto și satelitul său, Caron, alături de sateliții mai mici Nix, Hidra, Cerber și Styx, sunt fără îndoială bogați în gheață. Vestea mare vine și în acest caz, deoarece sonda *New Horizons* va zbura prin apropierea sistemului planetei Pluto pe 14 iulie 2015[53]. Întregul roi de lumi de dincolo de Neptun, cunoscut sub numele de Centura Kuiper, este probabil plin de apă înghețată. Apropo, în loc să mă gândesc la Pluto[54] ca la ultima dintre planetele tradiționale, îmi place să mă gândesc la ea ca fiind prima dintr-o clasă nouă de obiecte, numite Plutoide. Apa există chiar și în locurile cele mai improbabile. Este prezentă în craterele friguroase, umbrite, de la polul nord

---

52 Conform comunicărilor oferite între timp de N.A.S.A., s-a confirmat prezența apei sub formă de gheață pe Ceres, a hidrocarburilor și a sărurilor. (*N.t.*)

53 Datele trimise de sonda *New Horizons* par, într-adevăr, să confirme prezența apei pe Pluto și pe Caron. (*N.t.*)

54 Pluto a fost recatalogat în 2006, alături de Caron, drept un sistem binar de planete-pitice de către Uniunea Astronomică Internațională (I.A.U.). Printre argumente: există alte corpuri cerești în apropiere care sunt chiar mai mari (planeta-pitică Eris) și nu își domină orbita (se intersectează cu orbita lui Neptun vreme de 20 de ani, ceea ce este caracteristic, mai degrabă, cometelor). (*N.t.*)

al altfel încinsei planete Mercur și formează o crustă de gheață în craterele polare ale Lunii.

Oricare ar fi scenariul vieții de pe alte planete, se naște imediat o minunată întrebare evoluționistă. Cât de diferite ar putea fi tipurile de viață extraterestre? Ne dăm seama că acestea nu ar conține ADN. Sau ar conține? Nu ar avea membrane celulare și organite care să metabolizeze energia chimică. Sau ar avea? Ei, dacă ei există, nu ar avea cinci degete la fiecare dintre cele patru membre. Sau ar avea? Ei nu ar avea un creier pe bază de apă, conectat la senzori chimici, stereo-acustici, tactili pe canale multiple și stereo-optici. Sau ar avea? Oare procesul evoluției ar converge la modele comune de design și de rezolvare a problemelor în fața întâmplărilor vieții sau ar fi totul diferit?

Dacă există viață în altă parte a sistemului solar, ar putea avea, de fapt, multe lucruri în comun cu viața de pe Pământ. Gândește-te la asteroidul enorm care a lovit Pământul în urmă cu 66 de milioane de ani, când vechii dinozauri au dispărut. După ce a stârnit un nor imens de piatră și de praf, o parte din această materie a părăsit Pământul cu totul și a început să migreze prin sistemul solar. Același lucru se întâmplă și pe alte planete. Pe parcursul miliardelor de ani, planetele fac schimb de materie între ele. Asta nu este o speculație; este un fapt demonstrat. Cercetătorii planetari au găsit bucăți de Marte și de Lună aici, pe Pământ, și au identificat și fragmente de Venus și de Mercur. Oare viața a călătorit de pe Pământ pe Marte sau invers? Această teorie, a transmiterii vieții într-un spațiu interplanetar sau chiar interstelar, a ajuns să se numească *transpermia*.

Este, de asemenea, posibil să existe un tip de viață complet diferit pe una dintre aceste lumi din sistemul nostru solar. În acest caz, am putea să o studiem și să obținem o mare perspectivă asupra naturii și a procesului evoluției. Cu timpul, o astfel de descoperire ar duce la schimbări profunde în credințele noastre, ca cetățeni ai planetei Pământ. Dar ar trebui să trimitem acolo, departe, nave spațiale și cercetători pentru a efectua investigații și ar trebui să fim foarte atenți să evităm contaminarea în ambele direcții. Este o chestiune delicată treaba asta cu extratereștrii.

Oamenii de știință și publicul profan, deopotrivă, iau aceste idei din ce în ce mai în serios. După ce au asolizat pe Marte, în 2004, vehiculele N.A.S.A., *Spirit* și *Opportunity*, au trimis înapoi dovezi concludente că a existat cândva apă în stare curgătoare pe această planetă. În acel moment, celebrele case de pariuri din Marea Britanie, cum ar fi Ladbrokes și William Hill Company, au încetat să mai înregistreze pariuri în legătură cu existența vieții pe Marte. În 2004, cotele erau de 16 la 1, în scădere de la 1 000 la 1, în urmă cu 40 de ani. Ladbrokes este aceeași casă de pariuri care a achitat 10 000 de lire sterline unui domn care a pariat cu succes doar 10 lire sterline pe faptul că oamenii vor ateriza pe Lună înainte de sfârșitul anilor 1960. Acest gen de pariuri nu înseamnă doar distracție. Ele demonstrează tipul de sprijin din partea publicului pe care un guvern sau o companie comercială spațială se poate baza în căutarea vieții în alte lumi. În calitatea mea de director executiv al Societății Planetare sper că entuziasmul va persista și va inspira misiunile necesare pentru obținerea răspunsurilor concrete.

În acest moment, sper că te întrebi: „Care este cel mai logic loc pentru a căuta viață extraterestră?" Ca pământeni, nu putem să nu ne uităm la Venus și la Marte. Aceste două lumi seamănă foarte mult cu propria noastră lume, din punct de vedere astronomic. Sunt la distanțe similare față de Soare. Pământul are aproximativ 13 000 de kilometri în diametru. Venus are aproximativ 12 000 de kilometri. Marte are aproximativ 7 000. Niciuna dintre planetele vecine nu este la fel de mare ca a noastră, dar, pentru un astronom, are același ordin de mărime — rotunjind semnificativ, toate au aproximativ 10 000 de kilometri în diametru. Pământul se rotește în jurul axei sale în 24 de ore pământene. Lui Venus îi ia 243 de zile, dar Marte se rotește în 24 de ore și 40 de minute; o zi pe Marte este practic la fel cu una de pe Pământ.

Începem să cunoaștem planeta Marte destul de bine. În momentul acestei scrieri, vehiculul *Opportunity* își continuă treaba. A fost conceput pentru a rezista timp de nouăzeci de zile marțiene — aproximativ trei luni —, dar este încă funcțional, zece ani mai târziu. Asta e ca și cum ai cumpăra un automobil cu garanție de trei ani și, după 120 de ani, ai constata că încă rulează pe șosea, fără întreținere, fără schimburi de ulei, cauciucuri sau plăcuțe de frână. Este un remarcabil exemplu de cheltuire eficientă a banilor din impozite. Între timp, vehiculul *Curiosity*, mai mare și mai modern, explorează o altă parte a planetei.

Venus este o cu totul altă socoteală. De aici ne oferă o priveliște grozavă. Când eram puști, filmele science-fiction populate cu femei minunate de pe Venus erau o marfă de consum; anterior, unii oameni de știință și-au imaginat în mod serios planeta Venus ca fiind o planetă tip junglă,

locuită de creaturi asemănătoare dinozaurilor. Însă la o analiză mai atentă, Venus se dovedește a fi complet neprimitoare. Suprafața sa este fierbinte, uimitor de fierbinte, în jur de 460° C (840° F). Este suficient de puternică încât să topească plumbul. Greutățile tale de pescuit s-ar transforma aici într-o baltă strălucitoare de metal. Venus este menținută în această stare de o atmosferă groasă, densă, încărcată de dioxid de carbon. Avem de-a face cu un efect de seră scăpat nebunește de sub control, după cum este descris adesea fenomenul. De fapt, modelele schimbărilor climatice de aici, de pe Pământ, au fost dezvoltate în parte de către oameni de știință, în special de către James Hansen, care au studiat atmosfera lui Venus. Ei au observat că lumina vizibilă străbate atmosfera, lovește suprafața și apoi este reradiată sub formă de căldură, care este captată de dioxidul de carbon. Acest proces influențează foarte mult dacă o planetă este sau nu locuibilă.

Dioxidul de carbon din atmosfera venusiană a fost preparat din substanțe chimice purtătoare de carbon, din carbonații din rocile planetei. Este atât de fierbinte aici încât oxigenul (O) se rupe și creează în aer legături cu carbonul (C). Apa existentă vreodată pe Venus a creat legături chimice cu sulful, transformându-se în acid sulfuric (H_2SO_4) și dând naștere norilor din acid sulfuric. Pe Venus plouă cu acid. Dar ploaia acidă nu atinge niciodată solul venusian, deoarece căldura este atât de intensă încât picăturile de ploaie se evaporă înainte de a putea ajunge pe suprafața planetei. Venus este o bună aproximare a iadului. Câteva sonde spațiale sovietice au reușit să ajungă pe solul planetei și să arunce o privire în

jur, dar chiar și cele mai dure au rezistat doar câteva ore. Acesta nu este un loc promițător pentru căutarea vieții, deși unii cercetători au sugerat că microbii care iubesc sulful ar putea supraviețui în nori.

Marte are probleme opuse. Atmosfera este rarefiată, iar suprafața este foarte rece. Putem observa de aici, de pe Pământ, cu ajutorul telescoapelor, calotele de gheață de pe Marte. Există destul de multă apă înghețată obișnuită, dar enormele calote marțiene, cea arctică, albă, și cea antarctică, sunt în majoritate alcătuite din dioxid de carbon înghețat (gheață uscată). Acest lucru face ca în zonele polare să se atingă cel puțin -130° C (-270° F). Vaporii de apă și dioxidul de carbon care se condensează pentru a forma calotele de gheață fac parte din atmosfera marțiană. După standardele pământene, nu prea avem de-a face cu o atmosferă adevărată, abia dacă are 0,7% din presiunea de suprafață a Pământului, destul însă pentru a crea vânturi și o climă interesantă. Cei care manevrează vehiculul *Opportunity* îl direcționează din când în când spre terenuri mai înalte, unde vânturile și condițiile electrostatice favorizează curățarea prafului de pe vehicul. Este o întreprindere neobișnuită, dar una care a dus la descoperiri remarcabile.

Explorările în curs de desfășurare de pe Marte arată că planeta a fost cândva acoperită de lacuri, cursuri de apă și mări întinse. Vehiculul *Curiosity* a amartizat practic în ceea ce pare a fi, în mod evident, o albie uscată a unui râu. Nu putem să nu ne întrebăm dacă, acum mai bine de trei miliarde de ani, când exista atâta apă pe Marte, nu au existat și niște creaturi vii? Ar putea microbii marțieni să trăiască și astăzi, în subteran, unde sunt protejați de

extremele climatice și de razele cosmice? Pe terenul deschis, pe care sunt capabile să circule vehiculele noastre, observăm dovezi ale apei, dar nimic viu nu pare să mai existe astăzi acolo. Ține minte totuși că tehnologia noastră este limitată. Pentru știința planetară, limitările pot fi exprimate în dolari. Cu tehnologia și investițiile actuale, putem amartiza navele noastre de explorare doar în zonele deschise ale suprafeței marțiene. Nu putem încă să dirijăm atât de restrâns amartizarea, încât să atingem un punct precis. Aceasta este o constrângere reală în căutarea vieții sau a dovezilor vieții. Imaginează-ți că ai de explorat Pământul, în căutarea vieții, dar tehnologia ta te constrânge să aterizezi pe platourile din Great Salt Lake sau în Deșertul Sahara. S-ar putea să nu dai de prea multă viață până când nu conduci câteva sute de kilometri în direcția potrivită.

Phoenix Lander a ajuns pe suprafața marțiană în 2008. Descoperirile sale au dat o altă întorsătură interesantă căutării vieții pe Marte. *Phoenix* a amartizat pe un strat subțire de nisip sau de sol la polul nordic. Imediat dedesubtul suprafeței, la doar câțiva centimetri în adâncime, există o fâșie enormă de gheață, de apă înghețată. Se pare că se întinde pe mai mulți kilometri, în toate direcțiile, la mică distanță de suprafață. Oare există ceva capabil să trăiască în acea gheață, asemenea celor aproximativ șase tipuri de bacterii generice care trăiesc sub gheață pe planeta noastră? După cum am văzut pe Pământ, viața este extrem de tenace odată ce ia ființă. Dacă începutul lui Marte a fost suficient de ospitalier, poate că procesul a început acolo cu miliarde de ani în urmă și nu s-a încheiat niciodată.

În calitate de director executiv al Societății Planetare, pledez adesea pentru o investiție majoră în căutarea vieții pe Marte. Să presupunem că am construit o navă spațială capabilă să asolizeze în apropierea unei văi, a unei ravene sau a unui defileu, lângă ecuatorul lui Marte, un loc care ar putea trece dincolo de punctul de îngheț al apei într-o zi însorită de vară marțiană. Apoi, să presupunem că avem un vehicul în stare să se detașeze de nava principală, să conducă deasupra muchiei sau marginii ravenei, apoi să coboare în rapel, ca un alpinist pe o stâncă, către o deschidere de gheață sau un strat dezvelit. La mijlocul dimineții, când Soarele va străluci direct deasupra gheții, instrumentele de la bordul robotului nostru coborâtor în rapel vor putea analiza de foarte, foarte aproape. Dacă vor găsi ceva ce este încă în viață? Dacă există într-adevăr microbi marțieni care încă își duc existența în frigul înghețat al vecinului nostru apropiat?

Răspunsul la aceste întrebări nu este extrem de costisitor, în schema mai largă a lucrurilor. În prezent, investiția S.U.A. în știința planetară este mai mică de 1,5 miliarde de dolari pe an. Altfel spus, este mai mică de 0,05% din bugetul federal. Acesta include toate misiunile: Marte, Mercur, Jupiter, Saturn și misiunea *New Horizons*, aflată în prezent în drum spre îndepărtatul Pluto. Dar dacă am mai adăuga un miliard la sumă și am găsi viață pe Marte? Ar fi o investiție extraordinară, abia cât costul unei cești de cafea pentru fiecare contribuabil. Cu un președinte, un congres și un administrator al N.A.S.A. care s-ar concentra asupra unei astfel de probleme, am putea schimba cursul istoriei umane.

Același lucru se poate spune și despre o misiune pe Europa, unul dintre cei patru mari sateliți ai lui Jupiter. Europa are un diametru de 3 100 de kilometri, doar cu un pic mai mic decât al Lunii noastre, dar este o lume complet diferită. În 2011, au fost analizate cu atenție datele primite de la nava spațială Galileo. Este clar acum că există un ocean cu apă sărată pe Europa, sub o crustă zgâriată de gheață. Oceanul a fost descoperit folosind datele furnizate de un magnetometru; aceasta este o busolă electronică de precizie. Apa sărată conduce electricitatea, ceea ce afectează câmpul magnetic din jurul Europei. Apa nu a înghețat complet, deoarece mișcarea orbitală a Europei în puternicul câmp gravitațional al lui Jupiter face ca întreaga lume să se presurizeze și să se depresurizeze cu fiecare mișcare orbitală. Europa își menține oceanul în stare lichidă prin căldura generată de distorsiunile mecanice. Seamănă cu căldura pe care o simți când întinzi de câteva zeci de ori un balon de cauciuc neumflat și îl atingi apoi cu buzele. Încearcă asta!

Încă de la descoperirea lui, oamenii de știință și inginerii au dezbătut cum să exploreze oceanul de sub gheață. Dacă există într-adevăr apă lichidă și dacă într-adevăr a fost menținută suficient de caldă pentru a rămâne în stare lichidă în ultimele patru miliarde și jumătate de ani, atunci poate că există acolo vreun organism viu. Au fost elaborate planuri pentru construirea unei nave spațiale care să asolizeze pe suprafața Europei. Aceasta ar urma să execute apoi un foraj mecanic sau termic, cu un sfredelitor suficient de dur și probabil suficient de fierbinte încât să treacă prin aproape 50 de kilometri de gheață. Ar urma să fie ancorat de echipamentul de

asolizare de deasupra. Ar purta instrumente care ar căuta semne de viață europene, așa cum ne imaginăm noi că trebuie să existe. Aceasta ar fi o misiune palpitantă, dar una foarte costisitoare, cu siguranță de multe miliarde de dolari. Ar fi extrem de dificilă din punct de vedere tehnic. Și, enorm de important, ar trebui să aibă grijă să nu încalce „principala directivă" a science-fictionului. Pentru a descoperi, nu trebuie să deranjăm ecosistemele europene, dacă ele există, contaminându-le cu microbi pământeni care au făcut autostopul până acolo.

În 2013, am descoperit ceva fascinant, ceva care ar putea să simplifice foarte mult căutarea vieții pe Europa. Astronomii au orientat Telescopul Spațial Hubble spre Europa și au descoperit dâre de apă, apă de mare, care țâșnesc în spațiu prin fisurile din gheață. Dacă în Oceanul European există microbi, sau poate chiar ființe de câțiva centimetri, ele sunt expulzate în întuneric odată cu apa. Ar putea fi proiectată o navă care să zboare printre dârele de apă și să captureze destule mostre încât să poată face estimări microscopice și chimice despre existența organismelor vii în acea apă. O asemenea misiune poate fi pregătită cu o mică fracțiune din costurile implicate de trimiterea unui vehicul care să asolizeze, să foreze și să evite tot necazul legat de contaminarea microbilor lor cu ai noștri (asta dacă „ei" există). Misiunea propusă se numește *Europa Clipper*.

O provocare similară ne așteaptă pe Enceladus, unul dintre sateliții lui Saturn. Este mult mai mic decât Europa, cu o lățime de doar 500 de kilometri, dar are totodată un mic ocean de apă, îngropat sub un strat de gheață gros, și are jeturi chiar mai mari care izbucnesc din polul sudic.

Iată un alt loc pentru a căuta viață folosind o misiune de tip *Clipper*.

Nu știu ce crezi tu, dar mie îmi vine ușor să-mi imaginez un fel de farfurie transparentă, rezistentă în spațiu, montată aproximativ perpendicular pe direcția de zbor a navei spațiale. Pe măsură ce *Clipper* ar zbura prin dâra de apă, orice organism viu ar avea aceeași soartă ca insectele de pe un parbriz. (Nu este planul perfect, dar poate fi cel mai bun lucru pe care îl putem face; e nevoie de viteză pentru a orbita.) Apoi, printr-o cameră cu microscop, alimentată de la o sursă de lumină potrivită și montată pe farfurie, pământenii ar putea să arunce o privire asupra potențialelor organisme vii dintr-o lume străină. O versiune mai elaborată a misiunii ar putea chiar să colecteze un eșantion de gheață de pe Europa (sau Enceladus) și să o aducă înapoi pe Pământ, pentru studii mai detaliate — având foarte mare grijă să nu contamineze lucrurile în nicio direcție, bineînțeles. Că veni vorba despre valoarea contribuțiilor din impozite: acesta ar fi un experiment inovator, unic prin comparație cu oricare altul realizat vreodată în istoria lumii.

Dacă ajungem pe Europa sau Enceladus — ori căutăm cu mai multă ardoare pe Marte — ne vom lovi de o întrebare de nivel superior despre potențiala viață extraterestră: Când o vom vedea, vom fi capabili s-o recunoaștem? Răspunsul ne obligă să revenim la cunoștințele noastre despre bazele vieții, dincolo de nevoia de energie și de posibilul apetit pentru apă. Cum s-ar reglementa reacțiile chimice necesare pentru ca substanțele chimice să facă cópii ale lor însele? O modalitate cunoscută este folosirea proprietăților chimice ale substanțelor chimice

deja dizolvate în apă, pentru a furniza energia necesară deplasării lucrurilor. Dar un organism viu are nevoie de o metodă de a păstra separat diferitele chimicale. Altfel, întregul interior al unui organism s-ar amesteca și procesul s-ar opri. Așadar, am realizat că e nevoie de un recipient sau de o membrană. E nevoie de un perete, pentru a stabili ce este în interior și ce reprezintă împrejurimile sale. Pe scurt, s-ar putea să arate foarte diferit în interior, dar din exterior este posibil să arate asemenea bacteriilor sau organismelor unicelulare pe care le cunoaștem atât de bine, cel puțin urmând o unică linie de raționament.

Organismele care și-ar putea forma membrane ar avea probabil un mare avantaj față de moleculele care nu și le pot forma. Membranele permit organismelor să folosească atracția și respingerea electronilor din exteriorul atomilor pentru a impulsiona sau atrage moleculele. Încearcă experimentul cu osmoza, pe care l-am menționat în Capitolul 12. E la fel de valabil și pentru sistemele chimice din alte lumi.

Căutarea de dovezi ale existenței apei pe alte planete este foarte simplă. Căutarea de membrane este o chestiune mult mai complicată. Să revenim la cazul Europei. Să presupunem că vom construi *Europa Clipper*, acesta va zbura printre gheizere și va aduce mostre înapoi acasă. Chiar și atunci, cum vom putea ști? Cum vom găsi membranele celulare printre urmele de jeturi? O idee ar fi să ne uităm după tipurile de atomi care se găsesc în membranele celulelor de pe Pământ. La viața terestră, elementele caracteristice dintr-o membrană sunt carbonul, azotul, potasiul și sodiul. Avem de unde porni... cu excepția cazului în care viața pe Europa a descoperit o

modalitate cu totul diferită de a construi o membrană. Atunci cum am putea s-o mai găsim? Dacă te macină astfel de gânduri, ia în considerare să devii astrobiolog.

Problema este oarecum mai ușoară în cazul lui Marte, pentru că este mult mai aproape și pentru că are o suprafață de explorare mai puțin complicată, asemănătoare Pământului. În următorii ani, vom continua să căutăm viață acolo. Dacă am putea obține instrumentele potrivite pentru suprafața supersărată și noroioasă, am găsi dovezi ale fosilelor microbiene marțiene. S-ar putea să găsim chiar un organism încă viu și să îl observăm direct printr-un microscop.

Gândește-te ce ar însemna dacă unul dintre acele corpuri îndepărtate ar expulza adânc în spațiu un tip de viață necunoscut de noi până acum sau dacă viața așteaptă la adăpost, sub o stâncă, pe Marte. Dacă viața aceea ne seamănă? Dar dacă e total diferită? Indiferent de răspuns, descoperirea ar schimba modul în care percepem cu toții ce presupune să fii un organism viu. Ne va vorbi despre diferitele moduri în care viața poate să apară și să evolueze. Ne-ar da, pentru prima dată în istorie, o dovadă concretă că nu suntem singuri în univers.

În clipele mele de speculație cele mai nebunești, îmi place să mă gândesc și mai departe de atât. Îmi imaginez că ar putea exista ceva care înoată în marea de sub gheața de pe Europa — nu doar microbi, ci organisme mari și complexe. Dacă există într-devăr un ecosistem întreg în Oceanul European și a existat acolo de suficientă vreme încât să dea naștere unor creaturi marine multicelulare care să semene cu cele pământene, presupun că vor avea forme asemănătoare peștilor. Mi se pare rezonabil

ca oricare organism — pește, pasăre sau musculiță de oțet — să aibă organele senzoriale concentrate în ceva ce seamănă cu un cap, iar membrele locomotorii să fie conectate cumva la cap și așa mai departe.

Cu alte cuvinte, nu aș fi surprins dacă am găsi creaturi extraterestre cu planuri corporale nu prea diferite de ale noastre. Nu am idee dacă eu sau oricine altcineva va apuca să vadă așa ceva. Dar, cu siguranță, ar fi o testare solidă a ideilor noastre despre evoluția convergentă. Ce am avea de învățat de la un extraterestru? Ar putea fi uimitor. Am afla rapid dacă viața necesită în mod obligatoriu un cod genetic, o membrană celulară, tipuri asemănătoare de apendice și categorii familiare de organe senzoriale. Natura poate avea posibilități pe care nici nu le-am imaginat. Sau poate viața, asemenea craterelor de impact sau vulcanilor, tinde să arate aproape la fel peste tot unde apare.

Aceste idei n-ar fi decât niște cugetări misterioase dacă nu ar exista fascinația pe care o resimțim cu toții pentru înțelegerea originii noastre. Nu există un mod mai dramatic de a testa, de a forța limitele celor învățate de noi despre evoluție decât căutând dovada că ea s-a petrecut și în alte lumi. Răspunsul va conduce la noi tehnologii. Va inspira generațiile viitoare de savanți. Și s-ar putea să revoluționeze înțelegerea noastră practică, dar și filosofică despre ce înseamnă să fii om.

35

SCÂNTEILE DE LA CARE A PORNIT TOTUL

În discuția sa cuprinzătoare despre evoluție din *Despre originea speciilor*, Charles Darwin a evitat cu asiduitate speculațiile litigioase despre cum a început toată povestea. Comentariul său se limitează la o singură frază, de la sfârșitul ultimului capitol al cărții: „Prin urmare, ar trebui să deduc din analogie că, probabil, toate ființele organice care au trăit vreodată pe acest pământ au descins dintr-o singură formă primordială, în care a fost insuflată mai întâi viața." Dar întrebarea este irezistibilă. De unde am venit — care a fost scânteia care a aprins focul vieții? În zilele noastre, mulți oameni de știință se aventurează acolo unde Darwin nu putea îndrăzni. Să ne alăturăm lor și să ne întoarcem la început pentru a vorbi despre... început.

A răspunde la marea întrebare seamănă al naibii de mult cu a răspunde la „Există un Dumnezeu la comanda spectacolului?" Apare totuși o diferență esențială. Mai toate aspectele vieții care au fost atribuite cândva scopului divin sunt acum explicate elegant și complet în contextul științei evoluționiste. Pentru mine, nu există niciun motiv să cred că originea vieții este diferită. Sunt deschis și nu am nicio problemă cu majoritatea religiilor,

dar explicațiile religioase sunt nesatisfăcătoare. Nu duc nicăieri; crezi în ele sau nu, și asta-i tot. Teoriile științifice despre originea vieții sunt deschise întrebărilor, testelor, revizuirilor, înlocuirii cu alte teorii noi, și mai pătrunzătoare. Un traseu ne duce într-o fundătură. Un altul duce la un progres palpitant, fără limite.

Când eram la Facultatea de Inginerie de la Universitatea Cornell, bântuiam din când în când prin corpurile de clădiri ale Științelor Spațiale. John Olsen (Jolse), care era și este un bun prieten, un serios camarad biciclist și un chibiț al astrofizicii, mă implora mereu să particip la simpozioane și mici dezbateri între absolvenți etc., acolo sus, la Științele Spațiale. După cum spune John adesea, lucrurile despre care vorbeam erau pur și simplu o nebunie: găuri negre, centrul universului (sau lipsa acestuia), producția de energie și sinteza unor noi elemente în stele. Aceste întâlniri îi includeau pe Carl Sagan, Kip Thorne și Hans Bethe. Ce vremuri să frecventezi acele corpuri de clădire cenușii, deloc arătoase! Într-una dintre hoinărelile mele, am ajuns într-un laborator, care sunt convins că era la etajul al treilea, și am văzut înaintea mea o încâlcitură fabuloasă de sticlărie și de tuburi, care legau niște sticle mari, de metal, pline cu tot felul de gaze, de un flacon sferic central, foarte mare. Era o versiune a experimentului Miller–Urey, care tocmai fusese declanșat cu entuziasm.

Stai așa; permite-mi să mă întorc pentru o clipă. Ideea acestor echipamente, propuse, proiectate și acționate pentru prima oară în anii 1950 de către chimiștii Stanley Miller și Harold Urey, era să simuleze condițiile de pe Pământ în timpuri primordiale, de acum trei sau

patru miliarde de ani, când a apărut pentru prima dată viața. Experimentele urmăreau să vadă dacă pot crea viață folosind doar substanțe chimice lipsite de viață.

Știi ce a rezultat? Nu e vorba despre viață, ci despre ceva la fel de fascinant. Substanțele chimice au dat naștere unor compuși chimici importanți: o mână de aminoacizi, componente esențiale în chimia vieții. Aminoacizii sunt moleculele care se cuplează împreună pentru a forma proteinele, care conduc aproape fiecare aspect al biologiei. Ei sunt cărămizile vieții. Detaliile sunt fascinante, dar, la modul general, acizii sunt substanțe chimice care pot da sau „dona" un proton unui alt atom sau molecule. Un acid poate fi bizar și mortal sau poate fi domol sau blând, ca dressingul pentru salată.

În cazul aminoacizilor, toți au un singur atom de carbon în mijloc și o catenă de carbon-oxigen-oxigen într-o parte. Proprietatea remarcabilă a carbonului este că el deține patru locuri de care se pot atașa alte substanțe chimice, patru „poziții de legare" așa cum sunt numite. La aminoacizi, una dintre poziții este o catenă de atomi: carbon-oxigen-oxigen. Pe cont propriu, se numește acid carboxilic. Când este conectată la o altă moleculă, noi o numim o grupare carboxil. La aminoacizi, una dintre pozițiile carbonului central este pentru gruparea carboxil, iar celelalte trei situri poartă diferite alte configurații de carbon, sulf, azot și, în special, hidrogen.

Menționez aceste detalii pentru că este uimitor să-ți dai seama că asta e tot. Există doar 20 de aminoacizi naturali. (Există o dezbatere despre cât de mulți anume sunt folosiți de organismele vii, dar, în cel mai bun caz, numărul lor este un pic mai mare de 20.) Toți provin

din combinații de doar câteva tipuri diferite de atomi. Aminoacizii formează așa-numitele molecule de peptide, ce se leagă împreună pentru a crea polipeptidele care formează proteinele. Proteinele, la rândul lor, fac aproape toată treaba în cadrul celulelor. Ele construiesc structura; ele conduc metabolismul; ele reglează răspunsurile, toată tărășenia. Aceștia sunt aminoacizii produși în mai multe versiuni ale experimentului Miller-Urey. De fapt, ei au produs aminoacizi naturali împreună cu câteva configurații suplimentare ale altor aminoacizi, logice din punct de vedere chimic, dar nenaturale. E uimitor. Doar cinci elemente chimice și iată câte organisme vii creează!

Pentru a crea acești compuși, Miller și Urey au trebuit să intuiască compoziția atmosferei primordiale a Pământului și a oceanului primordial al Pământului. Cu avantajul câtorva decenii de informații suplimentare, biologii de astăzi consideră, în general, că ei au acționat mai conservator decât era probabil nevoie. Au încărcat flaconul mare de sticlă cu câteva gaze naturale sau metan, niște vapori de apă și niște amoniac. Dacă vrei să ții socoteala, în notație chimică, acestea sunt: CH_4, H_2O și NH_3. Au aprins o scânteie, ceea ce s-au gândit că e plauzibil să se fi întâmplat în timpul furtunilor primordiale. Un element-cheie lipsă: nu au avut o sursă de sulf.

E un pariu sigur să presupunem că au existat o mulțime de vulcani care au erupt peste tot pe Pământul tânăr, răspândind mirosul de ouă stricate al hidrogenului sulfurat (H_2S). Este o otravă mortală pentru animalele din zilele noastre, cum suntem noi, dar în acele vremuri, de demult, s-ar putea să fi dus la apariția unui aminoacid important, numit cisteină. Hidrogenul sulfurat ar fi putut

fi, de asemenea, util pentru viața timpurie, ca sursă de energie primară. Chiar și astăzi există ecosisteme întregi în craterele termale de adâncime ale oceanelor, care sunt susținute de hidrogenul sulfurat. Ceea ce pentru un organism reprezintă gunoi, pentru un altul este o comoară, după cum îmi place să spun.

Este interesant de remarcat că, în general, creaționiștii resping experimentele de tip Miller-Urey, spunând că ideea vieții rezultată din substanțe chimice neimpregnate de o putere divină este absurdă. Un motiv pentru care creaționiștii resping aceste rezultate este că, spun ei, cantitățile de aminoacizi produse sunt atât de mici încât sunt nesemnificative. Asta este cât se poate de fals. Orice cantitate de molecule fundamentale ale vieții este infinit mai mare decât zero — infinit mai mare. Originea vieții are nevoie doar de o materie primă care să permită declanșarea scânteii vieții. Evoluția este un amplificator puternic. Odată ce se pun bazele unui sistem de autoreproducere, acesta are șansa de a umbla prin tot mediul după resurse și de a face în mod sistematic mai multe copii ale lui însuși. Chiar și un procent de 0,79 dintr-un volum de 10 litri — concentrația de aminoacizi în experimentul Miller-Urey — ar putea fi suficient pentru a-i oferi vieții un impuls pe drumul său în mediul de necontestat al Pământului primordial.

Prin urmare, această idee pe care creaționiștii o numesc de-la-moleculă-la-om este destul de rezonabilă, pentru că multe se pot întâmpla în 3,5 miliarde de ani. Procesul este deseori numit abiogeneză (viață din ne-viață) și încă este cea mai importantă teorie a modului în care biologia a început pe Pământ. Abiogeneza ar

putea fi procesul care a dus la apariția ta și a mea. Ca o paranteză: la un moment dat, abiogeneza a fost utilizată pentru a descrie un alt fenomen pseudoștiințific, numit „generație spontană". Ciripedele[55], de exemplu, par să crească de nicăieri, din nimic. Numai că oamenii care făceau observațiile nu foloseau lentile de amplificare. Polipii ciripedelor sunt minusculi, totuși ei cresc pe creaturi cu cochilii destul de dure. Ei au existat în apa de mare tot timpul. Faptul că ciripedele adulte par a fi generate spontan este doar un rezultat al faptului că nu am privit suficient de aproape.

Este important să avem în vedere spațiul și timpul enorme pe care viața le-a avut la dispoziție. Experimentele, precum cel creat de Miller și Urey, au folosit un sistem de mărimea unui flacon de laborator; suprafața Pământului este de aproximativ un trilion de ori mai mare. Experimentul a durat două săptămâni, în timp ce viața de pe Pământ a avut parte de aproape un miliard de ani. Mai mult, bănuiesc că acestor experimente le lipsea un ingredient-cheie, un tip esențial de energie, electromagnetică, sau electrică, sau chimică, iar, dacă l-am fi descoperit, am fi putut crea molecule capabile să facă replici, chiar replici brute, ale lor înșile. Există însă atât de multe lucruri pe care nu le știm despre condițiile de pe Pământul primordial. Și apropo, ce împiedică adevărata abiogeneză să se producă chiar acum, aici, pe Pământ? Iată un subiect de meditație, corect?

Practicând o abordare foarte diferită, Craig Venter — omul de știință care a realizat pentru prima dată secvențierea

[55] Subclasă de crustacee marine, fixate sau parazite, la care picioarele, fiind adaptate la prinderea hranei, s-au transformat în ciri (țepi). (*N.t.*)

completă a genomului uman — afirmă că a creat deja viață artificială. El și echipa lui au separat sau capturat o bacterie și i-au determinat secvențierea genetică. Apoi, au creat propriul ADN sintetic, inedit și l-au inserat în bacterie, transformând-o într-o nouă specie, artificială. S-a reprodus ca nebuna, creând miliarde de specii de bacterii noi, artificiale, produse de mâna omului. Spre deosebire de Miller și Urey, Venter nu urmărește să creeze viață doar din substanțe chimice brute, cel puțin nu până acum. Totuși, rezultatul este uimitor.

Planurile imediate ale lui Venter sunt destul de pragmatice: să creeze bacterii artificiale care să producă combustibili regenerabili și medicamente noi. Simpla creare a unei bucăți de ADN sintetic a însemnat un enorm consum de efort. Dar, desigur, chiar și cea mai lungă călătorie începe cu primul pas. Aceiași cercetători au produs, cu șapte ani mai devreme, un virus artificial. Au implantat un genom proiectat de ei într-o celulă vie (o bacterie) și, imediat, celula a fost direcționată să producă copii ale secvenței genetice implantate. Era un virus artificial. Nu putea să trăiască singur, dar putea induce unei celule vii să facă copii ale virusului artificial, asemenea unui virus natural, dacă mă pot exprima astfel. Apropo, Institutul Venter este foarte atent supravegheat pentru respectarea eticii și a practicilor microbiene în condiții sigure.

Cercetarea a avansat mult de la experimentele Miller-Urey. Cercetătorii au studiat dezvoltarea moleculelor complexe, pe bază de carbon, din gheață. Ei au studiat chimia argilelor, ce dețin proprietăți alcaline puternice, capabile să inducă reacții chimice care ar putea oferi unei molecule în formare impulsul necesar pentru a

începe replicarea. Ei au analizat posibila existență a vieții timpurii bazate pe molecula de acid ribonucleic (ARN), vărul mai simplu al ADN-ului.

Foarte recent, cercetările conduse de fizicianul de la M.I.T.[56], Jeremy England, sugerează că viața se poate produce automat, că e un rezultat al fizicii, al termodinamicii, în special. Profesorul England susține că moleculele se asamblează în modul cel mai eficient din punct de vedere energetic pe care îl pot găsi. Moleculele sunt determinate să caute un echilibru termodinamic, iar asta poate duce la viață. Ideea este pe cât de convingătoare, pe atât de nebunească.

Cercetătorii au analizat din greu și posibilitatea ca viața să fi început pe o altă planetă, Marte fiind cea mai logică variantă, și să-și fi croit drumul până aici prin spațiul interplanetar. Dar, în afară de asta, oare noi am face diferența dintre un lucru ne-viu și unul viu, care se dezvoltă extraordinar de încet, chiar dacă ar fi să ne tragă efectiv de mânecă, la nivel microscopic, desigur? Da, va avea probabil o membrană, dar, din nefericire, o mulțime de chestii ne-vii au tot o formă rotundă sau alungită, la fel ca bacteriile.

Pentru primele 3 miliarde de ani ale vieții de pe Pământ, așa cum o cunoaștem noi, progresia de la moleculele autoreproducătoare până la Perioada Cambriană, când avem fosilele destul de mari încât să le putem vedea, este încă neclară. Dacă am descoperi viață asemănătoare celei primitive de pe Pământ, microscopică și moale? Am recunoaște-o?

---

[56] M.I.T. — Massachusetts Institute of Technology (Institutul de Tehnologie Massachusetts). (*N.t.*)

Îmi amintesc foarte bine cum fratele meu mai mare venea acasă de la școală și punea întrebarea: Sunt virusurile vii? Sunt ele organisme vii? Îi poți lăsa într-un borcan ani de zile și ele vor ieși imediat și vor începe să facă ce sunt obișnuite să facă. În prezența altor organisme, se reproduc ca nebunele. Suferă mutații. Interacționează cu alte celule. Dar când sunt singure, se află într-un fel de stază. Fratele meu și cu mine am avut o discuție prelungă și am ajuns la concluzia că răspunsul a fost clar: poate...

Analizându-le de pe poziția noastră din Cronologia Vieții, e limpede că virusurile se reproduc. Ele induc celulelor să facă reproducerea în locul lor. O celulă, orice celulă, nu poate trăi în lipsa mediului său, adică fără să înoate într-o supă chimică sau să staționeze lângă un capilar sanguin. Prin urmare, din acest punct de vedere, un virus este un organism viu care, în locul substanțelor chimice din jur, are nevoie de un alt organism viu în preajma sa. Este obligat să trăiască în și printre celule — alte organisme vii. Așadar îl numim un „parazit obligat".

Dar care sunt elementele necesare pentru a considera o aglomerație de chimicale un organism viu? Cercetarea astrobiologică ne servește drept ghid la acest capitol. În general, trebuie să aibă o membrană. E de așteptat să se reproducă și să-și mențină un echilibru chimic stabil sau o stare stabilă în sine. În biologie, se spune că un organism viu, prin definiție, își poate menține echilibrul, denumirea oficială fiind cea de *homeostază* („rămâne la fel").

În cazul bacteriilor, nu se pune problema. Au membrane și pereți celulari, își mențin metabolismul în condiții de mediu variate și, cu siguranță, se reproduc. În cazul

virusurilor, depinde cum privești problema. Virusurile nu își mențin homeostaza. Din perspectiva unui virus, de ce s-ar obosi? Dacă moleculele își pot menține, toate, aranjamentul în medii considerate ostile, atunci el de ce s-ar deranja să facă și altceva? De ce să complice lucrurile, când sistemul funcționează bine, așa cum e el? După mintea mea, nu am avea virusuri, și întreg domeniul Vira, dacă nu am avea domeniul Bacteria. Deci aparțin oricărei descrieri a categoriilor de organisme vii de pe Pământ.

De fapt, virusurile ar putea fi cheia acestei conversații, pentru că ne-ar putea arăta cum a apărut mai întâi viața. Ar fi putut exista structuri moleculare virotice înainte de apariția moleculelor bacteriilor autoreproducătoare? Sau virusurile sunt un produs secundar, o consecință neintenționată a proceselor naturale care au determinat, în primul rând, aranjamentele moleculare auto-reproducătoare? Virusurile sunt mai simple decât bacteriile, ceea ce pare să le recomande pentru rolul de prim sosiți.

Există totuși și alte aspecte care le fac să nu pară un model foarte potrivit pentru rolul de primă făptură. În primul rând, spre deosebire de bacterii (și de noi doi), virusurile nu par să aibă un strămoș comun. În lumea stranie a virusurilor, nu există nimic asemănător modului în care toate celelalte organisme vii folosesc ADN-ul pentru a se reproduce. Fiecare virus atacă sau se atașează de celule vii specifice, uneori surprinzător de specifice. Când un virus atacă, nu face schimb sau transfer de gene cu sau dinspre celula pe care o atacă. Genele unui virus intră într-o celulă, niciodată invers. Deci, potrivit importantei

interpretări tradiționale, un virus nu este viu. Virusurile par să fi căpătat existență după apariția organismelor autoreproducătoare, homeostatice (pe care noi le considerăm în mod categoric „vii"). Dar să recunoaștem: virusurile sunt o parte foarte importantă a lumii noastre. Fără ele, toate ființele ar fi diferite.

Virusurile aparțin oarecum spectrului vieții și sunt legate într-un fel de întrebarea cum a început totul. Încă mai descâlcim ramurile groase și încurcate ale Arborelui Vieții; abia în ultimii ani au identificat biologii virusurile gigant, care contribuie la construirea dosarului lor de clasificare ca al patrulea domeniu al vieții. Cu cât ne străduim mai mult să căutăm originea vieții, cu atât descoperim mai multe surprize. Aceste descoperiri mă fac să întreb: „Mamă Natură, ce alte lucruri nu mi-ai dezvăluit?"

36

A DOUA GENEZĂ — A VIEȚII?

Am fost un copil al erei spațiale; în 1969, am stat ghemuit în fața televizorului alb-negru, cu tub vidat, când oamenii au pășit pentru prima dată pe Lună. Când mă gândesc la formele extraterestre de viață și la tot ce ne-ar spune asta despre procesul evoluției, îmi imaginez în mod natural ceva din altă lume. Dar câțiva cercetători, inclusiv Paul Davies de la Universitatea de Stat din Arizona, oferă o perspectivă drastic diferită. Ei sugerează că extratereștrii — extratereștrii microbieni, adică — s-ar putea să existe chiar aici, pe Pământ, în acest moment. Dacă acești cercetători au dreptate, am scăpat din vedere una dintre cele mai puternice metode de a înțelege originea vieții. S-ar putea să existe un întreg Arbore al Vieții, diferit, ascuns la vedere, în jurul nostru.

Posibilitatea ca un al doilea tip de viață să dețină un avanpost aici, pe Pământ, se numește a doua geneză. Dacă am putea găsi un al doilea tip de viață, asta ar schimba lumea noastră. În prezent, tot ce știm provine dintr-un unic exemplu. Dacă am putea compara două tipuri diferite de organisme, am putea începe să aflăm pe cale experimentală dacă există alternative la ADN, alte tipuri de metabolisme, alte chimii ale vieții. Implicațiile practice sunt la fel de năucitoare ca și cele științifice. Și mă întreb: ce ar spune creaționiștii?

Aproape că îți pot auzi obiecțiile. Cum ar putea exista organisme necunoscute pe Pământ, având în vedere cât de amănunțit au studiat biologii toți microbii din jurul nostru? Ei bine, gândește-te la provocările implicate de recunoașterea microbilor extratereștri. Același lucru este valabil și pentru cei de acasă. Există două modalități de bază pentru a găsi un nou microb: îl poți crește într-un vas Petri sau îi poți segmenta ADN-ul. Dacă nu mănâncă aceleași lucruri pe care le mănâncă ceilalți microbi și dacă nu are tipul standard de ADN (sau nu utilizează deloc ADN), atunci îi va scăpa biologiei moderne efectiv printre degete.

O lecție uriașă a ultimelor decenii este că Pământul este plin de organisme surprinzătoare și neașteptate. Când examinăm reziduurile sondelor de petrol (rocile și solul scoase de burghiele de foraj), găsim ecosisteme întregi de bacterii cu creștere lentă. Aceste organisme datează de milioane de ani și nu au văzut niciodată lumina zilei. Încă au ADN. Avem un strămoș comun. Dar ele se deosebesc în mod drastic de orice organism de la suprafață.

Nu putem să nu ne întrebăm ce altceva se mai găsește acolo. Există oare un sistem de organisme vii despre care nu știm nimic? Într-o zonă cunoscută sub numele de Bazinul Illinois, există o mină enormă de cărbune, care se întinde pe kilometri în mai multe direcții subterane. Când privești în jur, nu poți să nu remarci lepidodendronii, o specie dispărută de ferigi care au trăit în mlaștinile primordiale din urmă cu circa 300 de milioane de ani și s-au transformat ulterior în cărbuni. Au existat probabil ecosisteme microbiene întregi în acele zone despre care

nu știm nimic. Acestea ar fi tipuri de organisme vii pe care astăzi nu le-am recunoaște. Ele s–ar putea să fie atât de diferite încât nu le-am recunoaște nici dacă s-ar uita direct la noi prin lentilele microscoapelor noastre.

S-ar putea să existe nenumărate locuri în care să căutăm. Pământul este acoperit în cea mai mare parte de ocean. Există mult mai mult teren umed sub ocean decât există teren uscat deasupra. Există miliarde de tone de nămol și grohotiș acolo. Poate că în solul nămolos trăiește un stil diferit de viață. Sub ghețurile Antarcticii există un lac de apă dulce neatins de creaturile de la suprafață de milioane și milioane de ani. Poate că în frigul lipsit de aer de acolo s-a aprins o scânteie care alimentează chiar și astăzi o formă de viață străină. Există locuri extrem de izolate în lanțurile munților Himalaya și Anzi. Oare există un refugiu în care trăiește un stil de viață străin? Poate că am avut mostre de viață în laboratoarele noastre și le-am trecut cu vederea, pentru că erau străine în atât de multe feluri. Fiecare organism din aceste exemple ar fi de pe Pământ, dar ar fi complet străin pentru noi. Imaginează-ți: un întreg domeniu de organisme vii — ba nu, un întreg Arbore al Vieții separat, rezultat dintr-o a doua geneză, complet diferită, separată.

Este o direcție de explorare pe care trebuie s-o urmăm. Ar putea conduce la o nouă ramură a științei vieții. Indiferent care ar fi formele de viață ale celei de-a doua geneze, poți fi sigur că au urmat aceleași principii ca și strămoșii noștri. Cealaltă viață a urmat poate un curs diferit, dar sunt sigur că a jucat după aceleași reguli evolutive.

Ai putea numi asta drept hotarul gândirii evoluționiste. Darwin a privit organismele așa cum sunt; noi facem speculații despre organisme care ar putea exista. Când a schițat pentru prima dată Arborele Vieții, Darwin a avut în vedere schema care conecta toate organismele vii; noi avem în vedere organismele care se deosebesc în mod izbitor. Cu toate acestea, niciunul dintre aceste lucruri nu ar fi posibil fără descoperirile lui Darwin și fără spiritul iscoditor al gândirii evoluționiste pe care l-a întrupat.

37

IMPERATIVUL COSMIC AL VIEȚII

La capătul călătoriei acestei cărți, mă găsesc gândindu-mă la însuși sfârșitul călătoriei evoluției. Nu doar al evoluției umane, ci al întregului proces. M-am întrebat multă vreme dacă există vreun soi de imperativ cosmic prin care viața să se răspândească de la o lume la alta. Pe Pământ vedem că organismele colonizează fiecare nișă posibilă. Vedem că ființele se mută în medii noi și dau naștere unor noi specii. Este oare viața destinată să colonizeze sistemul solar, Calea Lactee și, în cele din urmă, să se răspândească în întregul univers? Darwin a descris „Lupta pentru Viață" care conduce evoluția pe această planetă; probabil, în viitor, aceeași luptă se va extinde la scară cosmică. Noi doi suntem programați genetic să construim nave spațiale și să rătăcim prin univers? Uau, mă tulbură puțin până să și scriu acest lucru.

Poate ai găsit unele indicii despre această idee în ultimele câteva capitole, când am vorbit despre modalitățile prin care viața ar putea să apară în diferite lumi sau să se răspândească aleatoriu de la o planetă la alta. Dar nu este greu să ne imaginăm că, într-o zi, oamenii vor putea începe să răspândească în mod deliberat viața. Pe măsură ce explorăm planetele, asteroizii și cometele sistemului solar, trebuie să fim foarte atenți să nu aducem viața microbiană odată cu noi. Ce se întâmplă dacă descendenții

noștri, navigatori ai spațiului, decid să creeze colonii și să aducă în mod intenționat alte organisme vii cu ei? Prin înțelegerea procesului care a condus de la o simplă celulă la noi, începem să schițăm marele proces evolutiv. Trecerea de la o lume la alta, sau chiar de la o stea la alta, este în concordanță deplină cu modurile în care viața evoluează pentru a umple orice mediu posibil de pe Pământ.

Chiar și în acest domeniu al speculațiilor, există unii care au început deja să tatoneze terenul. Am putea lăsa în mod intenționat pe Marte niște microbi modificați genetic, care să schimbe cumva atmosfera pentru a produce mai mult oxigen, transformând astfel planeta într-un loc mai primitor. Poate am putea acționa la fel asupra vârfului norilor de pe Venus. Craig Venter a lansat ideea unui fax ADN, care ar putea citi genomul (potențialelor) organisme vii de pe Marte și ar trimite datele acasă, pentru a le recrea aici, pe Pământ. Existența unei tehnologii inverse nu este atât de exagerată: am putea trimite bioreactoare în alte lumi, dotate, totodată, cu instrucțiuni de colectare a microbilor adaptați la mediul local.

Dacă mergem mai departe, ideile devin din ce în ce mai nebunești. Dacă nu suntem singuri în univers, atunci s-ar putea să nu fim singurii din univers care fac asta. Ce se întâmplă dacă fiecare civilizație din galaxie sau din univers face același lucru accidental — sau cu intenție? Dacă suntem descendenții unor astfel de campanii de însămânțare galactică, ai unei expediții în stil Johnny Appleseed[57] la scară uriașă, galactică?

[57] John Chapman (1774–1845), cunoscut sub numele de Johnny Appleseed (Sămânță-de-măr), a fost un pionier american care a introdus cultura mărului pe scară largă în mai multe state americane. (*N.t.*)

Singura modalitate de a obține un răspuns este să continuăm să analizăm organismele vii și să învățăm cât mai multe despre procesul prin care am luat cu toții ființă. Evoluția se petrece aici indiferent cum a pornit totul. Acum, însă, putem să ne punem întrebări semnificative despre origini și destin, totodată. Vom ajunge în locuri tulburătoare — locuri inimaginabile — doar dacă ne vom păstra mintea deschisă la idei noi, facultățile noastre mintale avide de dovezi însemnate, spiritul nostru curios, tineresc, implicat pentru totdeauna.

De unde venim? Suntem singuri? Continuă căutarea!

38

ORGANISMELE ȘI ALIMENTELE MODIFICATE GENETIC, RECONSIDERATE

Echipele sportive moderne reiau adesea înregistrările video ale fazelor neclare de joc, iar arbitrul sau supervizorul anunță că, „după o analiză suplimentară", el sau ea și-a revizuit decizia. Ei bine, am urmărit din nou o fază controversată și am schimbat decizia — ăă, decizia mea. În ediția originală din *Incontestabil*, am inclus un capitol în care îmi exprimam preocupările legate de alimentele modificate genetic (AMG) din perspectivă evoluționistă. De la publicarea cărții, am purtat noi discuții cu eruditul meu editor, Corey Powell, și am petrecut o mulțime de timp cercetând problemele legate de AMG-uri. Și... după o analiză suplimentară, mi-am schimbat părerea.

Acum sunt convins că riscurile alimentelor modificate genetic sunt mult mai scăzute — iar avantajele mult mai mari — decât am crezut inițial. Aceste alimente sunt o componentă importantă, poate chiar esențială, a agriculturii moderne. Oo, s-ar putea spune că, pur și simplu, am... greșit. Dar prefer să mă gândesc la ea ca la o concluzie revizuită — una dezvoltată în urma faptului

că am pus mai multe întrebări și am explorat mai în profunzime, așa cum trebuie să facă un om de știință. Am scris acest nou capitol pentru a-ți împărtăși ce am învățat despre știința din spatele AMG-urilor și a-ți explica de ce mi-a schimbat atât de mult modul de gândire.

Sunt alimentele modificate genetic sigure? Iată miezul problemei. Creează AMG-urile mai multe probleme decât rezolvă? Pentru a obține un răspuns semnificativ, trebuie să analizăm două cuvinte-cheie: *modificat* și *sigur*. Cu cât am studiat mai în profunzime situația, cu atât m-am îndepărtat mai mult de poziția inițială.

Înainte să abordăm chestiunea siguranței, hai să începem prin a analiza mai atent termenul *modificat*. Ne putem gândi la el din perspectiva selecțiilor făcute de noi pentru modificarea urmașilor plantelor și animalelor pe care le creștem. În același mod în care am înmulțit câinii, transformându-i în Chihuahua și ciobănești germani, la fel am înmulțit și vacile, găinile sau porumbul, obținând versiuni cu un gust mai bun și un randament mai sporit decât varietățile lor ancestrale. E un proces evolutiv. În loc să fie determinat exclusiv de selecția naturală, este un proces de selecție artificială — o evoluție în care oamenii fac selecția.

Recunosc faptul că termenul de *selecție artificială* poate fi înșelător, într-o oarecare măsură, pentru că nu folosim cuvântul *artificial* chiar în același mod în care l-a folosit Charles Darwin în secolul al XIX-lea. Cu excepția persoanelor superficiale sau insipide pe care s-ar putea să le întâlnim în afaceri ori la o petrecere de socializare, în general nu ne gândim la oameni ca fiind „artificiali" în aceeași manieră în care ne gândim la niște flori de plastic

„artificiale". Am putea înlocui cuvintele *selecție artificială* cu termenii *determinată de oameni* sau *selecție indusă*.

Te rog să reții că, în tabloul general, nu există nimic extraordinar de natural în privința *oricărui* tip de agricultură. Oamenii schimbă sau modifică ecosisteme întregi pentru a se potrivi nevoilor lor (ale noastre). Uită-te în jos dintr-un avion și s-ar putea să ajungi la concluzia că agricultura este cel mai important lucru făcut de noi pe planetă. Această chestiune a modificării genelor plantelor și animalelor este un aspect esențial al agriculturii. Ce s-a schimbat este modul în care ne ocupăm de modificarea lucrurilor pe care le mâncăm.

Să revenim la întrebarea principală despre modificarea culturilor agricole: sunt AMG-urile sigure? În acest câmp (jocul de cuvinte e intenționat), ideea modificării genetice atinge o coardă sensibilă pentru unii oameni. Când vine vorba despre cultivarea hranei, există două aspecte ale siguranței: pe de o parte, dacă un aliment este „sigur pentru consum" și, pe de altă parte, dacă este „sigur pentru ecosistem".

În calitatea mea de cetățean și profesor de știință, nu-mi pun problema dacă AMG-urile sunt sigure pentru consum. La urma urmei, există sisteme ample care se ocupă de asta. Avem Ministerul Agriculturii, avem organizațiile pentru protecția consumatorului și, la nivelul de bază, avem mecanismele de piață. Companiile care ar introduce pe piață substanțe sau alimente periculoase ar suferi consecințele: de regulă, ar fi amendate și, mult mai important, ar fi afectate de scăderea cotei de piață rezultată în urma reputației proaste. Din când în când, ajung în magazine alimente precum carnea stricată,

înghețata infestată cu o bacterie nenorocită congelată înăuntrul ei, spanacul contaminat de mâinile fermierilor cu o proastă igienă personală sau de excrementele de coioți. Și, în ritmul în care presa și birocrații noștri pot reacționa, publicul (noi doi) este informat, iar mâncarea infectată este distrusă. Deși hrana noastră este, în general, foarte sigură — în S.U.A., există încă numeroase crize declanșate de alimentele purtătoare de boli —, siguranța alimentară este poate cel mai bun exemplu de reglementare guvernamentală care servește bunăstării publice. În timp ce scriu aceste rânduri, cred că ne-ar prinde bine o întărire a acesteia.

„În regulă", ar putea contraargumenta scepticii, „dar dacă AMG-urile sunt nesigure într-un mod greu de detectat?" Indiferent de aspectele implicate, în privința AMG-urilor sau a oricărui alt aliment nou, siguranța consumului este ușor de investigat: îi hrănim cu acel produs pe bunii noștri prieteni, șoarecii sau șobolanii de laborator, și observăm ce se întâmplă. Organizația Mondială a Sănătății (OMS) a publicat numeroase studii care atestă că AMG-urile sunt la fel de sigure precum culturile convenționale. După ce vreme de trei decenii au hrănit cu boabe de soia șoareci, șobolani și iepuri, nu s-a înregistrat absolut niciun efect nesănătos semnificativ. S-a dovedit în repetate rânduri că „modelele" animale, așa cum sunt adeseori numite, nu sunt mai puțin sănătoase decât oricare dintre animalele hrănite cu alimente de generație mai veche. Sănătatea animalelor a fost pe deplin normală.

Au existat afirmații că unele alimente modificate genetic provoacă reacții alergice. Însă, potrivit rapoartelor

OMS, aceste afirmații sunt nefondate. Numărul de alergii provocate de culturile AMG este același cu cel provocat de culturile convenționale. Nu m-am îndoit niciodată de siguranța consumului AMG; în această privință, opinia mea este complet neschimbată.

Pe de altă parte, deși alimentele modificate genetic sunt probabil sigure pentru consum, impactul lor asupra ecosistemului reprezintă, în mod potențial, o problemă mult mai spinoasă. Iată motivul pentru care riscurile legate de ecosistem au reprezentat principala mea sursă de îngrijorare în ediția originală din *Incontestabil*. Modul meu de gândire a fost următorul (și e clar că nu am fost singurul care a gândit astfel). Dacă speciile au deviat sau au fost separate în intervale geologice de timp, atunci și ecosistemele în care trăiesc aceste specii divergente au luat naștere pe parcursul unor perioade uriașe de timp.

Deci, dacă introducem într-un ecosistem specii noi, purtătoare ale unor gene care nu au rezultat direct de la strămoșii lor, s-ar putea obține niște consecințe nedorite. Acele organisme ar putea să înlăture prin supraaglomerare alte specii benefice sau să permită unui dăunător să prospere în ecosistemul modificat, din cauza faptului că planta modificată cultivată este inedită într-un mod semnificativ, dar, totodată, subtil. Sau ca să punem altfel această întrebare legată de siguranță: Cum putem cunoaște potențialele consecințe ale creșterii acelei specii noi într-un ecosistem agricol imens și complex?

A păcătui prin prudență pare un lucru sănătos, atât timp cât precauția are baze raționale. În Europa, grija față de alimentele modificate genetic este atât de ridicată, încât numeroase țări ale Uniunii Europene au

descurajat sau au interzis de-a dreptul AMG-urile în sistemul alimentar. Etichetele cu „Organisme Nemodificate Genetic" sunt la fel de des întâlnite în Europa ca și în S.U.A. Însă în multe cazuri, interdicția europeană a acționat fără prea multe dovezi, ba uneori chiar în contradicție cu fundamentele științifice ale Națiunilor Unite și ale OMS.

O parte din anxietatea față de AMG-uri ține de faptul că oamenii își fac griji în legătură cu știința pe care nu o înțeleg sau simt că nu o pot controla. Mai ales în privința europenilor, pot înțelege și de ce. În anii 1990, Europa s-a confruntat cu spaima „bolii vacii nebune". Cunoscută sub denumirea științifică de encefalopatie spongiformă bovină (ESB), boala vacii nebune transformă creierul animalului într-un burete poros, cu consecințe fatale. Din 177 de cazuri, unul dintre animalele omorâte a fost un om. Groaznic. Boala a fost rezultatul măcinării resturilor vacilor sacrificate și transformarea, cu precădere, în hrană pentru alte bovine. Se pare că există molecule specializate care determină proteinele celulelor nervoase să se încrucișeze greșit. Aceste molecule se numesc prioni; sunt mai mici decât virusurile. Sunt niște molecule simple; nici măcar nu sunt vii în sensul adevărat al cuvântului (?!). Și reține un lucru: spre deosebire de alți patogeni existenți în mâncare, nu poți distruge prionii prin coacere, nici măcar la temperaturi înalte.

De secole, ciobanii s-au confruntat la oi cu o boală asemănătoare, numită „scrapie". Sistemul nervos al oii afectate este distrus. Animalul este cuprins de friguri și, din câte se pare, de mâncărimi cumplite, așa că se scarpină până ajunge într-o stare groaznică. Prionii au

legătură cu încă o boală existentă la populația fore din Papua Noua Guinee, numită „kuru", care înseamnă în linii mari „a tremura". Populația fore obișnuia să-și mănânce rudele decedate și să-și hrănească copiii cu creierul lor (o sursă potențială de proteine și grăsime) și acesta este, s-ar părea, modul prin care s-au transmis prionii. Când citești asemenea lucruri, s-ar putea să te întrebi: „Ce fel de societate poate să facă așa ceva?" Iar răspunsul este: autoritățile de reglementare europene au pus bazele unui sistem prin care fermierii făceau în mod curent tocmai acest lucru. La rândul lor, agențiile guvernamentale au acționat cu întârziere pentru rezolvarea problemei, ceea ce a făcut ca răspândirea bolii vacii nebune și a versiunii sale umane să fie și mai cumplită.

Probabil din cauza ESB și a întregii experiențe traumatizante, cetățenii europeni au ajuns să se îndoiască de membrii guvernelor lor și de oamenii de știință din alimentație. Dacă nu poți avea încredere în ei în privința unor chestiuni aparent evidente, cum ar fi să nu oblige bovinele să devină canibale, cum ai putea să te încrezi în ei în legătură cu tehnologia AMG ultramodernă? Așa că, vreme de decenii, legiuitorii europeni au preferat o abordare superprecaută: interzicerea organismelor modificate genetic. Pe de altă parte, unele țări din Uniunea Europeană fie se bazează pe produse create prin modificări genetice, fie cumpără și consumă AMG-uri sau animale hrănite cu AMG. Acest lucru a produs confuzie și teamă.

Deși boala vacii nebune a ajuns să fie combătută și există o mulțime de date care demonstrează că AMG-urile sunt sigure — chiar *deosebit* de sigure pentru

consum — s-ar putea să fim în continuare îngrijorați de efectele neintenționate ale apariției unei specii noi de AMG în cadrul unui ecosistem agricol (al unei ferme).

Această îngrijorare este rădăcina (jocul de cuvinte e intenționat) următoarei acțiuni legate de așa-numita agricultură „organică" și de produsele alimentare „organice". Ideea este atât de populară, încât Departamentul S.U.A. pentru Agricultură are o secțiune întreagă de reglementări care descriu sistemele agricole organice. În cadrul acestor ferme, alimentele modificate genetic și majoritatea erbicidelor sunt strict interzise. Aceasta este o variantă de abordare a preocupărilor legate de AMG-uri. Este logică, dar mi se pare că, în prezent, ignoră știința agricolă modernă (lucru care s-ar putea dovedi, în schimb, ilogic).

În ziua de astăzi, există metode solide de abordare a îngrijorărilor legate de AMG, superioare abordării „sigur pentru consum". Marile inovații sunt reprezentate de noile cercetări științifice care fac posibilă studierea genomurilor într-un mod uimitor de detaliat. Nu există decât o singură problemă: companiile care au realizat aceste cercetări biotehnologice revoluționare sunt aceleași implicate în producerea pe scară largă a pesticidelor, erbicidelor și îngrășămintelor care au cauzat în rândul populației un alt motiv de neîncredere și de teamă. De exemplu, oamenii de la mult-urâta (sic) Corporație Monsanto nu doar că au creat o specie de porumb care rezistă cu succes principalei insecte dăunătoare; totodată, ei au produs (împreună cu Dow Chemical) Agentul Portocaliu — acel erbicid ucigaș folosit pe scară largă în timpul războiului din Vietnam. Și care a fost puternic

legat de diferite tipuri de cancer de către Administrația Veteranilor. De asemenea, el a fost responsabil pentru afecțiunile de la naștere și cumplitele probleme de sănătate a milioane de vietnamezi.

Aceleași companii care au efectuat cercetări extraordinare în domeniul modificărilor genetice au produs totodată suferință, așa că pot înțelege de ce atât de mulți oameni sunt reticenți în a acorda încredere tehnologiei AMG. Atunci când ești îndrăgostit de o mașină, ai tendința, de regulă, să ignori statisticile care arată cât de multe vehicule construite de același producător au fost implicate în accidente mortale. Atunci când urăști o mașină, nu reușești să treci peste asta. Nu vrei să ai nimic de a face cu acel producător de automobile. Aceasta este, în general, natura consumatorilor și pare să se aplice pe deplin și în cazul AMG-urilor și al consumului lor. Totuși, nu vreau să explorez doar senzații. Vreau să văd ce are știința de spus.

Pe măsură ce am aprofundat studierea problemei siguranței ecosistemului, am descoperit că istoria AMG-urilor este extraordinar de utilă în conturarea unui context semnificativ. Nu auzim prea multe despre această istorie, dar este important să facem o evaluare în cunoștință de cauză. Elementul-cheie este că, dacă ajungi să cunoști o secvență genetică suficient de bine, atunci poți stimula sau anihila unele gene sau poți chiar introduce o genă într-un loc în care n-ar fi trebuit să existe. Oamenii de știință au învățat cum să facă acest lucru imitând natura. Se pare că transmiterea genelor între specii a avut loc cu mult înainte de apariția oamenilor. Înlocuirea și introducerea genelor inter-specii sau trans-specii au făcut

parte din ecosistemele naturale vreme de milioane de ani.

În 1901, cercetătorul japonez Ishiwata Shigetane a descoperit că viermii de mătase sunt uciși de o bacterie care formează un cristal în intestinul lor. Din câte se pare, bacteria este una cât se poate de obișnuită. Ai avut probabil de-a face cu câteva milioane de astfel de bacterii; sunt comune în solul de grădină. Câțiva ani mai târziu, cercetătorul neamț Ernst Berliner a izolat același tip de bacterie, descoperită de el în regiunea germană cunoscută sub numele de Turingia; în prezent, ne referim la această bacterie sub denumirea de *Bacillus thuringiensis* sau Bt. După alți câțiva ani, fabricile au început să producă insecticide Bt sub formă de praf, pe care îl poți împrăștia pe plante, pentru a combate unii dăunători precum omida moliei de tutun. Omizile mănâncă bacteria; sporii bacterieni formează proteine, rigide precum cristalul; intestinul omizilor este distrus și acestea mor. Un lucru nu tocmai plăcut din perspectiva acestui tip de molie, dar grozav pentru fermier.

În anii 1930, ingineria chimică a demonstrat de ce este capabilă. Pesticidele chimice au avut atât de mare succes încât interesul față de produsele Bt s-a stins. Pe atunci, pesticidele erau folosite cu mândrie. Îmi aduc aminte clar că unul dintre profesorii mei din școala primară a spus întregii școli în cadrul unei reuniuni că avem DDT (diclor-difenil-tricloretan) în noi. Mesajul era limpede: pesticidele sunt o tehnologie grozavă. Nu e mare chestie. Uite, suntem bine. Acest moment se petrecea cu doar câțiva ani înainte ca Rachel Carson să dezvăluie latura întunecată a DDT-ului, declanșând îngrijorări punctuale

în privința pesticidelor care încă mai există printre noi. Cu toate acestea, produsele chimice erau dominante.

Până în anii 1980, cercetarea ADN a avansat foarte mult. Botaniștii și geneticienii au descoperit metode de inserare a genelor dintr-o specie în alta, într-un mod care imita procesele naturale. Ai văzut probabil o gogoașă de ristic, o umflătură mare și zbârcită sau o deformație sub formă de ciupercă de pe latura unui copac. Multe dintre acestea sunt provocate de un virus care își introduce propriile gene în genele celulelor copacului. Cu alte cuvinte, genele unei specii sunt inserate în genele altei specii pe cale naturală.

Recent, s-a descoperit că specia domestică de cartofi dulci — adică taman chestia aia care nu trebuie să lipsească de pe masă de Ziua Recunoștinței în S.U.A. — este purtătoarea genetică a unei infecții bacteriene care îi afectează genele și îi modifică ADN-ul într-o manieră foarte clară față de varietățile sălbatice ale aceleiași plante. Aceasta nu este o ipoteză nedovedită. Nu există nicio îndoială că aceste gene provin dintr-o bacterie din vremurile străvechi și că un proces evolutiv în care au fost implicați strămoșii noștri a dat naștere acestor gene în delicioșii noștri cartofi prăjiți portocalii.

Biologii numesc acest proces transfer genetic „orizontal". Ei se referă la genele transferate sub numele de ADN-T (ADN-Transferat). Și nu este un lucru care se întâmplă doar la plante și la ciuperci. Un studiu recent a descoperit că 8% din ADN-ul nostru provine de la virusuri străvechi care și-au croit drum ca viermii în cadrul genomului uman. Nu pot să mă abțin să nu pun o întrebare retorică: Cât de tare e chestia asta, nu?!

Și acum ajungem la problema modernă a culturilor modificate genetic. Prin studierea proceselor evolutive ale transferului de gene, cercetătorii au descoperit modalități de determinare a genelor anumitor virusuri (Vira) să poarte genele unei specii în interiorul altei specii. Astfel, au descoperit o nouă utilitate pentru binecunoscuta bacterie Bt. Dacă manevrezi cum trebuie anumite componente ADN din cadrul bacteriei, numite plasmide, acestea se pot replica în afara bacteriei. Cercetătorii s-au concentrat pe plasmidele Bt, care conțin instrucțiuni pentru producerea proteinelor cristalizante, numite proteine *cri*. Apoi, au plasat aceste plasmide în plantele de bumbac, determinându-le să producă propriile proteine *cri*, care se cristalizează în intestinul dăunătorilor și îi ucide. Specia de bumbac rezultată a fost pentru prima dată plantată pe scară industrială în S.U.A. și Mexic în 1996. De atunci, genele de *Bacillus thuringiensis* au fost introduse în ADN-ul a peste 90% din speciile de bumbac, porumb și soia plantate în S.U.A. Procente similare se aplică acum culturilor din China și India.

Pe scurt, oamenii folosesc selecția artificială pentru a cultiva plante care luptă împotriva dăunătorilor, folosind armele biologiei, și nu pe cele ale chimiei. Procedura funcționează datorită unui șir de descoperiri. Este de-a dreptul uimitor! În loc să răspândească pulbere bacteriană sau pesticide toxice pe plante, oamenii de știință au inserat instrucțiuni în genomul plantelor, astfel încât să producă proteine specifice, care inhibă sau blochează digestia anumitor insecte. De altfel, după zeci de ani de experimente, putem demonstra empiric că aceste proteine *cri* rămân în plante. Ele nu se formează în intestinele

păsărilor, reptilelor sau mamiferelor; la categoria asta intrăm și noi doi. Avem chimii și biologii diferite în interiorul nostru. Înțelegerea acestui fenomen m-a pus pe gânduri și mi-a ușurat neliniștile legate de potențialele consecințe nedorite ale AMG-urilor în cadrul ecosistemelor agricole.

Aceasta este varianta scurtă a poveștii despre combaterea insectelor cu ajutorul Bt. Dacă ai însă o grădină, ca să nu mai vorbesc dacă locuiești la o fermă, știi că insectele sunt doar o parte a problemei generate de organismele nedorite. Cealaltă mare problemă sunt buruienile. Ele ocupă suprafețele, drenează apa și absorb nutrienții din sol, iar tu îți dorești aceste lucruri pentru recolte. Ajungem astfel la următorul capitol al poveștii AMG: combaterea buruienilor pe cale genetică și un întreg set suplimentar de întrebări legate de mediu.

Una dintre modalitățile prin care ne putem da seama că noi doi nu suntem plante este să remarcăm că nu suntem verzi. De exemplu, mi se întâmplă rar să încurc pe cineva, chiar și o persoană foarte slabă, cu o tulpină de țelină. Sper să nu fii surprins să afli că există și alte metode, mai tehnice, de a ne diferenția. Spre deosebire de plante, noi doi nu sintetizăm o enzimă care ajută la manipularea acidului shikimic de-a lungul traiectoriei acidului shikimic pentru a produce enzime, și anume, în acest caz, sintetaza fosfatului enolpiruvilshikimat-3, purtător de 5 sau 3 atomi de carbon, adică sintetaza EPSP sau, pur și simplu, EPSPS. Plantele verzi fac asta.

Plantele utilizează acidul shikimic, descoperit în floarea shikimi, pentru a produce ceea ce noi doi numim „aminoacizii esențiali". Acestea sunt substanțele chimice

care produc proteinele, moleculele a căror formă determină modul în care ele interacționează cu alte substanțe chimice pentru a ne alcătui pe noi — celulele noastre, întreg corpul și creierul nostru. Cu alte cuvinte, animalele, precum noi doi, trebuie să mănânce plante, deoarece plantele produc aminoacizii esențiali.

Mai rezistă puțin; urmează o parte cu adevărat importantă a poveștii. S-a descoperit un compus chimic numit glifosat, care inhibă formarea EPSPS, penultima etapă din traiectoria shikimică — care, în schimb, produce aminoacizii noștri. Glifosatul are un grup de atomi de hidrogen atașați unui atom de fosfor, și acest grup chimic blochează traiectoria. Fără această traiectorie, plantele nu pot trăi. Este ca o magie — o magie neagră. Când pulverizezi glifosat pe sol, acesta ucide toate plantele verzi — pe bune.

În scurtă vreme după dezvoltarea comercială a glifosatului de către Monsanto, la începutul anilor 1970, s-au petrecut două lucruri: 1) Oamenii s-au temut puțin de el. 2) Toată lumea — fermieri și proprietari de locuințe, deopotrivă — a început să-l folosească. Această substanță este atât de eficientă încât savantului John Franz, de la Monsanto, i s-a decernat Medalia Națională pentru Tehnologie pentru sintetizarea formelor utile de glifosat.

Apoi, la fel ca și în cazul Bt, au intervenit cercetătorii genetici. Aceștia au descoperit o modalitate de a introduce o genă în plantele de cultură, care le permite acestora să producă enzima esențială de sintetază EPSP, chiar și atunci când sunt expuse la o doză de glifosat, altfel letală. A fost prima dată comercializată sub numele de Roundup®. Culturile care au fost proiectate să

producă singure enzima EPSPS au ajuns să se numească Roundup Ready®. Această inginerie-sintetază EPSP le permite fermierilor să pulverizeze pe scară largă glifosat pe câmpurile lor, omorând buruienile, dar permițând în același timp culturilor dorite să prospere (precum porumbul, soia sau dovlecelul adaptate la glifosat).

E de înțeles de ce își fac ecologiștii griji în legătură cu aceste pulverizări cu erbicide. Dar mai ai răbdare puțin — mai există o părticică uriașă implicată. Pentru că agricultorii nu mai trebuie să întoarcă stratul superior al solului pentru desțelenirea buruienilor, pot folosi mai puțină apă. Solul nu se usucă. Și mai surprinzător, fermele care utilizează culturi Roundup Ready® ajung să aibă o mai mare diversitate în sol. Există mai mulți microbi și mai multe specii de microbi în solurile nerăscolite decât în solul agricol tradițional, care a fost întors. Această informație mi-a mai alungat o parte din grijile legate de siguranță.

Încă ceva: glifosatul aderă la particulele din sol, așa că nu este dus de ploaie, așa cum se întâmplă cu majoritatea erbicidelor. În schimb, este descompus de microbii care există de obicei în sol. După câteva săptămâni, practic nu mai găsești deloc glifosat.

Pentru că își păstrează locul și se descompune acolo, glifosatul nu ajunge în canalele de apă așa cum se întâmplă cu aproape toate pesticidele tradiționale. Dacă solul agricol nu este protejat de eroziunea în curenții de apă, toate pesticidele și erbicidele ajung în apă. E o problemă, pentru că aceste substanțe inhibă traiectoria acidului shikimic și în plantele acvatice. E ușor de imaginat un scenariu în care solul erodat, încărcat cu

glifosat, provoacă distrugeri într-un ecosistem riveran. Dar atunci când oamenii permit terenului agricol să se erodeze, probabilitatea distrugerilor există indiferent de tipul de îngrășământ chimic sau animal care a fost deversat în apele locale.

Până acum, toate acestea par a fi o poveste siropoasă despre succesul științific. Glifosatul și rezistența la dăunători datorată Bt au permis rezolvarea multor probleme pentru agricultori. Însă, în ultimii ani, s-au întâmplat câteva lucruri care au făcut ca aceste culturi îmbunătățite genetic să devină controversate.

Fiindcă glifosatul funcționează atât de bine și culturile Bt sunt atât de eficiente împotriva anumitor insecte dăunătoare, unii fermieri plantează extensiv aceste specii de AMG — vreau să spun ca nebunii. Modificarea porumbului care îl face adaptabil la Bt și Roundup Ready® le-a permis fermierilor să-l cultive pe suprafețe enorme. Succesul acestor plante a încurajat trecerea la așa-numita agricultură de tip „monocultură". Din punct de vedere evolutiv — mai precis, din punctul de vedere al biodiversității — monoculturile sunt probabil dăunătoare, pe termen mediu și lung. Orice agent patogen sau dăunător care are un avanpost (sau o avan-gură) într-un câmp agricol monocultural de foarte largă întindere ar putea devasta totul.

Este important de reținut că disponibilitatea culturilor modificate genetic nu obligă pe nimeni să cultive monoculturi uriașe. Considerațiile economice, împreună cu politicile agricole și subvențiile, sunt factorii care au încurajat fermele să cultive, de exemplu, cantități mari dintr-un singur tip de porumb, pe o suprafață întinsă

de teren. Dacă o specie de porumb rezistentă la dăunători, care tolerează glifosatul, este mai reușită, cu atât mai bine pentru producători precum Monsanto, DuPont, Dow AgroSciences, Syngenta, SinoHarvest, Shijiazhuang Awiner Biotech, Zjjejiang Sega Science și alții. Cu siguranță, e un lucru bun pentru afaceri. Dar important este că nu e vina producătorilor că avem monoculturi. Biotehnologia dezvoltată de ei permite existența fermelor monoculturale, dar nu reprezintă cauza.

Apropo, mai mult de 90% dintre fermierii care folosesc semințe Bt și Roundup Ready® exploatează suprafețe mici. În țările în curs de dezvoltare, cu precădere, mulți agricultori mici se concentrează pe culturi rezistente la dăunători. Am văzut plante de soia distruse de tizanoptere, niște insecte cu maxilare perforatoare. După ce omizile tizanopterelor și-au făcut de cap, din plante nu mai rămân decât nervurile. Se spune despre ele că au fost „scheletizate". Plantele afectate arată înfricoșător — și nu mai există boabe de soia pe care să le mănânci sau cu care să-ți hrănești animalele. Ferma ta este ruinată.

Următoarea problemă cauzată de succesul glifosatului și a Bt este supraproducția anumitor culturi de masă, mai ales porumbul. Fără îndoială, au existat unele consecințe nedorite. Supraproducția de porumb a condus în paralel la supraproducția siropului ieftin de porumb, cu un conținut ridicat de fructoză, care, la rândul lui, a ajuns la noi în stomac. (Vreau să spun, a ajuns în multe dintre alimentele noastre.) Siropul de porumb ieftin a contribuit la obezitatea noastră. Un prieten apropiat mi-a împărtășit povestea prietenilor săi din Norvegia, care au vizitat Disneyland pentru prima oară. Potrivit relatării

lui, aceștia au văzut atât de mulți americani obezi, încât au crezut că se sărbătorește un fel de „Zi a Persoanelor Grase" în cel mai fericit loc de pe Pământ. Aceasta este, într-o măsură semnificativă, o consecință a succesului AMG-urilor. Însă, la rândul ei, nu este una inevitabilă; anumite programe guvernamentale din S.U.A. poartă o responsabilitate mai mult decât directă.

Supraproducția de porumb a stimulat totodată politicile de utilizare a etanolului derivat din porumb, ca aditiv sau înlocuitor parțial al benzinei. Au fost adoptate legi și s-a modificat legislația S.U.A. pentru a stimula fermierii să cultive porumb pentru combustibil, mai degrabă decât pentru alimente. Nu este o idee prea bună. Centrul Național pentru Economia Mediului (parte a APM, Agenția pentru Protecția Mediului) raportează: „... biocarburanții pot emite chiar mai multe gaze cu efect de seră decât unii combustibili fosili, calculat la o bază energetică echivalentă. De asemenea, biocombustibilii au tendința de a necesita subvenții și alte intervenții de piață pentru a concura economic cu combustibilii fosili, ceea ce generează pierderi pentru economie." Repet, acesta este un produs secundar al agriculturii eficiente, nu o consecință inevitabilă. Trebuie doar să legiferăm mai responsabil, ceea ce va avea loc dacă alegătorii, ca tine și ca mine, rămân informați științific.

De departe cea mai serioasă problemă referitoare la culturile modificate genetic este cea a siguranței mediului, pentru că este o chestiune legată direct de plante, nu de felul în care acestea sunt utilizate. Am primit într-adevăr noi asigurări că proteinele *cri* proiectate în laborator nu se transmit în organismele altor specii, iar fermierii

care folosesc Roundup Ready® ar putea chiar să ajute biodiversitatea. Însă, aceste mărunte vești bune nu răspund esenței îndoielilor legate de AMG, așa cum au fost ele formulate în ediția originală din *Incontestabil*: Cum putem ști în mod garantat că nu vor exista consecințe nedorite dacă procedăm cu interspeciile la fel cum procedăm cu ecosistemele din preajma fermelor? Nu cumva ne jucăm cu focul genetic, care într-o zi ne va frige pe toți?

Categoric, se pare că rezultatul ar putea fi oricare; am putea avea un mare succes în agricultură și, pe de altă parte, să păstrăm motive solide să rămânem precauți. Iată un exemplu clasic. La momentul acestei scrieri, se estimează că 90% dintre fluturii-monarh nord-americani au dispărut — 90 de procente au pierit în ultimele două decenii. Aceasta este o consecință tragică nedorită a agriculturii moderne. În mod fundamental, habitatul fluturilor-monarh dispare. Din câte se pare, glifosatul este foarte eficient în stârpirea aliorului, planta cu care se hrănesc fluturii-monarh. Dezvoltarea urbană și agricultura au acaparat în mare măsură habitatul fluturelui, dar e limpede că și erbicidele sunt parțial vinovate. A fost nevoie de ani de zile de ezitări pentru ca grupările interesate — activiști de mediu, fermieri, grupurile conservatoare și mult-urâta Monsanto — să se întâlnească la Minneapolis, Minnesota, în Statele Unite, și să discute ce au de făcut. Am participat și eu, ca să văd dacă oamenii pot într-adevăr colabora. După câte se pare, în prezent conlucrează activ la revigorarea populației de fluturi. Organizațiile non-profit știu cu exactitate momentul și locul în care fluturii își fac apariția pe teritoriile S.U.A., Mexicului și Canadei. Oamenii de știință au date care

arată cât poate zbura un fluture înainte să se oprească, pentru realimentarea cu nectar. Corporațiile știu cum să lase traiectoriile în pace, permițând florii de alior (plantei de iarba-câinelui) să se dezvolte. După ce am asistat la întâlnire, sunt optimist.

Migrația fluturilor-monarh este monitorizată anual de observatorii interesați: cetățeni pasionați de știință. Se pare că cel mai propice anotimp pentru acest animal este o primăvară suficient de rece încât să reprime unii prădători, dar destul de caldă și de umedă încât fluturii să poată găsi nectar, sursa lor de hrană. Cercetătorii au atașat fluturilor niște transmițătoare minuscule care urmăresc traseele lor de zbor. Este o chestiune complicată. Eu am venit cu ideea să detectăm de la ce distanță poate mirosi un fluture floarea de alior. În felul acesta am putea afla cât de îndepărtate una de alta putem planta parcelele de alior, ca să îi ajutăm pe fluturi să-și efectueze călătoria. La întâlnirea despre fluturii-monarh, am dezbătut un plan de creare a unei autostrăzi, tip șotron, alcătuită din ceea ce eu numesc acum „floarea-câinelui", pe care fluturii să o poată urma pe parcursul migrației lor din Canada în Mexic. Sper din tot sufletul să funcționeze. Sper ca atât fluturii, cât și fermierii să prospere.

La urma urmei, dispariția fluturilor-monarh ar fi un lucru trist, întrucât reprezintă o sursă de frumusețe și de inspirație. Și, mult mai important, s-ar putea să fie o specie-indicator. Dacă fluturii-monarh dispar, cine știe ce alte specii, mai puțin vizibile, ștergem accidental de pe fața Pământului. Întâlnirea din Minneapolis a fost o reacție la un protest public și pare a fi una întemeiată. La o scară mai mică, este tipul de consecință nedorită subliniată de

mine în capitolul din ediția originală „Alimentele modificate genetic — OMG?" Putem cunoaște o plantă în mod individual, dar putem cunoaște oare un întreg ecosistem? Putem cunoaște insectele coabitante? Putem anticipa ce buruieni vor suferi mutații și ne vor da bătăi de cap? Pe scurt, putem ști destule încât să evităm consecințele neplăcute?

Când mi-am exprimat preocupările, m-am bazat parțial pe informațiile strânse de mine pentru o emisiune numită *The Eyes of Nye*. Un episod s-a ocupat chiar de această întrebare: Sunt AMG-urile o idee bună pe termen lung? Acum zece ani, nu mi se părea că am putea cunoaște toate consecințele acțiunilor noastre care ar putea perturba ordinea naturală. Mi-am formulat niște opinii solide pe parcursul acelei emisiuni. Înțelegerea mea în privința complexității ecosistemelor naturale m-a făcut totodată să mă îndoiesc că ar putea fi posibil să colectăm destule date pentru a ne asigura împotriva altor probleme, precum cea a fluturilor-monarh — inclusiv probleme care, potențial, ar putea fi mult mai dăunătoare. Îmi dau seama acum că am subestimat complexitatea cunoașterii științifice actuale.

Am scris acest nou capitol în urma unor critici primite de la colegii mei, care au considerat că nu am explorat destul de profund literatura științifică. Am tratat cu seriozitate comentariile lor. După un număr sporit de investigații, recunosc acum că sunt foarte impresionat de modul în care oamenii de știință moderni din domeniul agricol lucrează pentru a se asigura că produsele cercetării lor sunt nu doar sigure pentru consum, ci și pentru ecosistem. Genele sunt grupări de substanțe

chimice, într-adevăr complexe, adunate ca niște trepte pe o scară în moleculele ADN, care poartă informațiile necesare pentru construirea și supraviețuirea unui organism. Genele sunt minuscule, mult prea mici pentru a fi văzute cu un microscop optic obișnuit. Cu toate acestea, folosind tehnici uimitoare, oamenii de știință pot desface moleculele ADN și pot analiza secvențele genetice din organisme precum porumbul, soia și bumbacul — nu doar pentru a le modifica, ci și pentru a le înțelege.

În ultimii treizeci de ani, inginerii genetici au înregistrat progrese rapide. Atunci când tehnologia de manipulare genetică a apărut pentru prima dată, cercetătorii au avut nevoie de câteva săptămâni pentru a segmenta genele unei plante. În zilele noastre, enzimele care se atașează de cei patru acizi nucleici — citozină, guanină, adenină și timină — sunt iluminate cu ajutorul a patru frecvențe diferite de lumină, într-un interval de timp de ordinul secundelor. Mașinăria de secvențiere genetică le poate număra într-o clipită. Aparatura modernă poate analiza secvențele genetice a zece mii de plante în doar câteva minute, o creștere de 10 milioane de ori a capacității față de momentul de început al secvențierii genetice.

Cercetătorii au dezvoltat aceste tehnici, deoarece miza pentru fermieri era una mare. (Dacă cultivi roșii sau fasole în grădină, această „miză" te privește și pe tine.) Progresul enorm de viteză cu care botaniștii moderni pot cunoaște, de exemplu, fiecare treaptă a ADN-ului unei plante de soia, are ca efect faptul că pot testa tiparele de creștere a milioane de plante diferite într-un interval de timp mai scurt decât un anotimp. Ei pot determina care gene urmează să facă ceva (să se „exprime") și care nu.

Pentru a vedea cum se manifestă aceste avantaje în lumea reală, am mers la St. Louis și am vizitat chiar sediul central al corporației care produce AMG-uri, Monsanto, unde m-am întâlnit cu Robb Fraley, directorul Departamentului de Tehnologie al companiei. Mi s-a prezentat drept „Robb, de la Mon-Satan". Este la curent cu ce crede mare parte din lume despre compania sa. În 2013, dr. Fraley a câștigat ceva ce se numește Premiul Mondial pentru Alimentație; este un fel de premiu Nobel pentru producția alimentară. M-am mai întâlnit cu alți oameni de știință ai companiei care studiază insectele, expresia genetică a plantelor și bacteriile din sol care pun în mișcare toate ecosistemele plantelor terestre. Personalul lor m-a ajutat să creez într-un vas Petri propria-mi specie de porumb: *Bowtye nyebonicus*[58] (porumb Bn), astfel încât să pot observa cât de adecvat încep experimentele.

Nu m-am dus acolo să fiu sedus. M-am dus să văd dacă cercetătorii Monsanto au date solide pentru abordarea problemelor legate de AMG-uri și ecosistemele în care sunt cultivate. Acum cred că au. Pentru a vedea ce se întâmplă cu o plantă propusă de dezvoltatorii de semințe pentru cultivare, tehnicienii au construit o aparatură cu multiple mecanisme care ajută cu precizie sămânța vizată să crească, după care răzuiesc de pe aceasta o mică așchie.

Oamenii de știință pot compara ADN-ul din așchie cu modelul real de creștere al plantei embrionare. Desigur, nu putem ști cu exactitate și în permanență ce se va întâmpla în privința tuturor lucrurilor, însă în zilele noastre, putem fi al naibii de aproape.

---

[58] *Bowtie-papion*, în engleză. (*N.t.*)

Traseul de cercetare este următorul: tehnicienii și cercetătorii cultivă mai multe plante în același timp. Înainte să fie sădite într-un sol umed de calitate, semințele sunt așchiate și secvențiate genetic. Tehnicienii păstrează un registru riguros cu semințele care au avut un început bun și cu cele care nu. Cele veștede sau diforme sunt eliminate, în același mod în care grădinarii au selectat și cultivat plantele în seră vreme de secole. Plantele în curs de maturizare sunt expuse la insecte, factori patogeni și erbicide. Apoi, cercetătorii urmăresc să vadă ce se întâmplă.

Ei examinează astfel zeci de mii de varietăți de plante în fiecare anotimp. Nu vorbim despre mii de plante individuale; ci de mii de secvențe individuale, genomuri specifice, varietăți foarte specifice ale unei anumite specii. Cele care o duc bine și nu produc efecte sau interacțiuni nedorite sunt cultivate în serele laboratorului pentru următorul sezon. Dacă arată promițător, sunt plantate în câmpuri deschise, dar izolate, dispuse după tipare bine stabilite, fundamentate științific. Prin intermediul acestor teste pe „parcele de refugiu" sau „câmpuri de refugiu" sunt introduse în lume noile varietăți obținute în laborator. Ideea principală este de a ne asigura că nu încurajăm evoluția (directă sau indirectă) a dăunătorilor și buruienilor noi.

Cercetătorii moderni au capacitatea de a compara modul în care se comportă plantele în câmpurile de refugiu cu modul în care e de așteptat ca acestea să se comporte. Ei nu fac pur și simplu modificări ale genomurilor și apoi aruncă semințele în sol. Ei au ipoteze distincte, testabile, bazate pe cunoștințele lor extraordinare despre

ADN-ul fiecărei plante. Corporațiile precum Monsanto efectuează acest tip de cercetare specific fiecărei varietăți vreme de mai multe sezoane de creștere. Apoi, guvernul federal, prin Departamentul său pentru Agricultură, efectuează teste similare timp de mai multe sezoane, pentru a verifica rezultatele. Plantele care cresc bine și reacționează la agenți patogeni și insecte într-un mod adecvat, controlabil, sunt cele ale căror semințe ajung să fie vândute agricultorilor din întreaga lume.

Toate consecințele unui soi nou de plante sunt evaluate riguros în laborator și pe teren. Acestea sunt linii de apărare principale și secundare foarte puternice. Totuși, chiar dacă plantele în sine par a fi în regulă, s-ar putea să existe încă o problemă de tipul celei a fluturilor-monarh. Trebuie să ne convingem că nu vom produce consecințe nedorite pentru ecosisteme, chiar și unele ușoare. Pentru asta, trebuie să ne bazăm pe procesul tradițional al științei. Trebuie să dezvoltăm ipoteze care pot fi testate, idei care conduc la așteptări, care duc la concluzii.

Metoda științifică este schema prin care comparăm ceea ce credem că se va întâmpla cu ceea ce se întâmplă de fapt. Dar cum te poți gândi la un test determinat de o ipoteză (așa cum se numește în literatura de specialitate), dacă ce cauți tu este ceva la care nu te-ai gândit niciodată? E o întrebare grozavă. Declinul populației fluturilor-monarh este un bun exemplu de rezultat neanticipat. Pentru a complica și mai mult lucrurile, nu e evident dacă glifosatul este cauza întregii belele. După părerea mea, e rezonabil faptul că orice alt erbicid ar fi fost la fel de dăunător dacă ar fi ajuns în planta de alior. Da, ne confruntăm cu o consecință nedorită, însă este

una legată de agricultura modernă, pe scară largă, și nu de AMG-uri.

Formularea de ipoteze productive este rezultatul unei gândiri bazate pe intuiție. Soluția acestei enigme este testarea a cât mai multor lucruri, pas cu pas. Când întâmpini o problemă precum cea a fluturilor-monarh, iei seama de ea și te pui pe treabă. Explorezi și mai profund dinamica ecosistemelor. Sper ca data viitoare când ne confruntăm cu o problemă ca aceasta să ne ocupăm de ea mai repede. Din ce am văzut deja, oamenii de știință, fermierii și organizațiile non-guvernamentale (ONG-urile) colaborează în cele din urmă. Pun bazele unor acorduri prin care toate lumea contribuie câte puțin la binele general. La drept vorbind, controversele politice (și noutatea științifică) a AMG-urilor au condus la un sentiment sporit de responsabilitate.

Dacă răspândirea AMG-urilor încurajează acest tip de efort și cooperare, s-ar putea să rezulte o monitorizare mai bună a impacturilor decât atunci când fermierii nu făceau altceva decât să împrăștie otrăvuri pe terenurile lor. Spre binele fluturilor și al oricăror alte specii de care nu am reușit să fim conștienți, să sperăm că nu este prea târziu.

Acum, să revenim la evoluție. Iată o cu totul altă zonă de controversă legată de AMG-uri: nu că n-ar funcționa *prea* bine, ci că, în timp, s-ar putea să nu funcționeze *suficient de bine*. Dăunătoarele se pot adapta noii realități a AMG-rilor. Cel mai proeminent exemplu este o plantă numită fără afecțiune „buruiana porcului". Există mai multe specii aparținând genului Amaranthus — în latină înseamnă floarea care „nu se ofilește" (nu o poți ucide).

Mai multe soiuri au devenit rezistente la glifosat. Prin mutații — adică prin evoluție prin selecție naturală —, anumite buruieni de Amaranthus au acum unele cópii ale genelor care produc sintetaza EPSP. Specialiștii în genetică spun că aceste plante și-au *amplificat* genele. Deci, deși glifosatul inhibă într-o anumită măsură enzima, aceste plante reușesc că copleșească această inhibiție.

Plantele de buruiana porcului mutate ating dimensiuni impresionante, în timp ce fiecare centimetru pătrat de teren din jurul lor devine mort, mort, mort. Unii agricultori au revenit la aratul și discuirea pământului, ceea ce trimite glifosatul, împreună cu alte pesticide folosite concomitent în doze mici, în profunzimea solului. Înaintea glifosatului, aceștia foloseau cantități mari de erbicide chimice. Acum, din cauza evoluției, în unele zone s-a revenit la utilizarea lor. În momentul scrierii acestor rânduri, fermierii, în general, reușesc să rezolve problema buruienii porcului înainte ca aceasta să crească prea mare. Dar este o problemă foarte nouă, una care nu ar exista fără agricultura noastră modernă.

Pentru a face față problemei buruienii porcului, agricultorii încearcă totodată o combinație de glifosat cu o altă substanță chimică, cunoscută de regulă sub numele de dicamba (o reducție de acid diclorometoxibenzoic). Dicamba determină plantele să crească mai repede decât se pot ele hrăni; ajung să rămână fără nutrienți și mor. Pentru ca această abordare la două capete să fie eficientă, geneticienii au reușit să insereze gena rezistentă la dicamba în planta de bumbac. Poți fi sigur că vor urma și alte specii. Această genă permite unei plante să își mențină hormonii intacți în prezența dicambei. Oamenii de

știință spun că au „stivuit" genele rezistente. Avem de-a face cu Bt + glifosat + dicamba.

În mod rezonabil, presupunând că mutațiile se produc într-un singur caz dintr-un milion de reproduceri, cu trei gene rezistente speciale stivuite, s-ar putea ca plantele să reușească să crească în prezența unei serii de erbicide timp de decenii. Acest lucru reprezintă în mod potențial un alt avânt pentru fermieri și s-ar putea să conducă la ferme mai productive, însă cu un regim diferit de aplicare a erbicidelor și pesticidelor. Vom vedea cu toții cât de repede se produc mutațiile noi în plantele noastre de cultură și cât de repede vor reuși botaniștii să anticipeze schimbările genomurilor. De asemenea, pot să-mi imaginez o tehnică, încă nedescoperită, prin care genele rezistente ale buruienii porcului să fie utilizate pentru a combate buruiana porcului. Este vorba despre evoluție, o cursă între selecția naturală și cea indusă. AMG-urile fac ca această cursă să pară una nouă, dar în realitate nu este deloc așa. Este vorba despre ceea ce noi, oamenii, am făcut într-o formă modificată sau alta de o sută de secole.

Din cauza complexității acestor probleme și a confuziei care le înconjoară, Monsanto și alte întreprinderi agricole mari sunt criticate. Creșterea animalelor în stil industrial s-a suprapus în percepția multora cu creșterea monoculturilor agricole. Utilizarea glifosatului, un erbicid relativ benign prin comparație cu multe altele, a fost confundată cu o utilizare excesivă a unor tipuri de otrăvuri pentru plante și insecte mult mai toxice. Răspunsurile din cazul de față sunt ușor de înțeles din punct de vedere emoțional, dar nu au fundament științific. Întrucât companii precum Monsanto, Nestle, Archer

Daniels Midland și ConAgra au devenit tot mai mari și mai mari, neîncrederea a crescut la rândul ei. În general, aceste companii agricole lucrează doar cu clienții lor direcți, și anume cu fermierii, și ele permit oamenilor din exterior să le considere, pur și simplu, cumplite. Imaginea publică a avut de suferit și de pe urma faptului că marile companii agricole au dat în judecată fermierii care au pus deoparte o parte din semințele modificate pentru a le replanta, în loc să cumpere semințe noi, în condițiile contractuale semnate. În unele cazuri, vecinii fermierilor au raportat corporațiilor încălcări ale regulilor. Vecinii au considerat că joacă după reguli, iar cei care depozitează semințele că nu. În orice caz, asta a produs corporațiilor o reclamă proastă.

În privința chestiunilor legate de supraproducție și de monoculturi, reputația pătată asociată cu practicile grosiere de afaceri nu este inseparabilă de AMG-uri. Acestea sunt probleme sociale și economice. Ele merită abordate. Însă sunt legate doar tangențial de știința geneticii. Marile companii agroindustriale dezvoltă în mod continuu noi semințe, care produc culturi mai bune, mai rezistente, mai gustoase și mai eficiente. Ele cheltuiesc milioane de dolari pe *zi* pentru cercetare (nu pe an, pe zi). Nu e de mirare că au produs aceste descoperiri remarcabile. Nu e de mirare că urmăresc să profite de pe urma investiției. Și nu e de mirare că oamenii se întreabă ce au de gând. După lecția eșecului eforturilor de relații publice din trecut, companiile agroindustriale sunt acum, în general, împotriva etichetării alimentelor modificate genetic, ceea ce îi face pe oameni să fie și mai suspicioși. De asemenea, aceste companii colaborează cu agențiile

guvernamentale prin intermediul unui organism numit Cadrul Coordonat, pentru a se asigura că AMG-urile produse și cultivate sunt sigure atât pentru mediu, cât și pentru consum.

Când am vizitat Monsanto, am insistat să arunc o privire în inima, mai bine zis în creierul, companiei — în laboratoarele unde lucrează botaniștii, geneticienii, entomologii, patologii și microbiologii. Oamenii de știință fac lucruri uimitoare. Din câte îmi dau seama, își iau munca la fel de în serios ca și colegii mei de la Compania Aeriană Comercială Boeing. Imediat ce am terminat Facultatea de Inginerie, am lucrat pentru Jeff Summitt, care era IRD, Inginer Reprezentant Desemnat pentru AFA, Administrația Federală pentru Aviație. Cu alte cuvinte, lui Jeff i s-a încredințat prima linie de apărare. Era sarcina lui de serviciu și a mea, în calitate de subordonat al lui, să facem tot posibilul ca sistemele proiectate să fie sigure — de obicei, de trei ori mai sigure decât ar fi trebuit, pentru ca oamenii să poată zbura cu ajutorul lor. La urma urmei, și el se urca în aceleași avioane ca și noi, ceilalți. Grupul nostru nu era responsabil doar pentru companie și pentru pasagerii noștri, ci și pentru AFA.

Cercetătorii biotehnologi de la Monsanto și copiii lor consumă AMG-uri provenite din câmpurile lor agricole, la fel cum facem și noi doi. Ai putea spune că, doar pentru că inginerii zboară cu sau consumă produsele muncii lor (avioanele și alimentele), asta nu garantează siguranța produselor. Însă faptul că cercetătorii și-au pus pielea în joc are categoric o mare greutate în privința siguranței. Am asistat la o mulțime de conversații grozave despre folosirea ingineriei genetice pentru reducerea folosirii

pesticidelor și a erbicidelor chimice. Am sentimentul că societățile agricole, cum ar fi Monsanto, sunt în tranziție, transformându-se din producători de masă de produse chimice exotice și adesea toxice în firme de biotehnologie, în care instrumentul țintă al științei genetice are mai multă greutate decât factorul greoi al chimiei de tip industrial. Aceasta este o schimbare pozitivă, după opinia mea.

Merită să repetăm că problema impactului asupra mediului nu este una cu totul nouă. Oamenii au distrus ecosistemele cel puțin de la începuturile agriculturii. Diferența reprezentată de modificarea genetică este că lucrurile au căpătat viteză. Prin mijloacele de tip vechi, putem produce modificări utile în cadrul recoltelor, într-un genom, cu o rată de schimbare anuală de 1%. Prin intermediul metodelor AMG, putem induce modificări într-un ritm de 2,5 ori mai rapid, sau de 2,5% pe an. Este un lucru extraordinar și reprezintă rezultatul secolelor de cercetare agricolă sârguincioasă. Suntem rezultatul evoluției, iar acum o exploatăm în avantajul nostru — un avantaj de care avem nevoie.

În prezent, oamenii cultivă aproximativ 11 procente din suprafața de uscat a planetei. În condițiile în care utilizarea urbană de teren crește odată cu înmulțirea populației umane, vom fi nevoiți să găsim noi modalități de a-i hrăni pe toți, folosind mai puțin teren și fără să distrugem Pământul. Practicile agricole moderne, inclusiv AMG-urile, reprezintă o parte din soluție. Problemele care însoțesc aceste practici (monocultura, distorsiunile economice, problemele de distribuție, deșeurile, distrugerea insectelor și a altor plante) nu ar dispărea dacă ne-am descotorosi de

AMG-uri. Ba ar putea fi chiar mai rău. Aplicate în mod corespunzător, AMG-urile pot contribui la reducerea impactului nostru asupra naturii și, în același timp, pot hrăni întreaga lume. Obiectivul cercetătorilor agricoli moderni este să hrănească populația umană care, în curând, va ajunge la 9 miliarde, utilizând 9 procente din suprafața de uscat a Pământului. Cu alte cuvinte, ei urmăresc să hrănească cu 30% mai mulți oameni, folosind circa 20% mai puțin teren. Este un obiectiv ambițios, dar aparent realizabil.

Toate acestea au legătură cu o idee măreață pe care o consider foarte convingătoare. În preajma sărbătoririi pentru prima dată a Zilei Pământului, în anii 1970, comunitatea de mediu își dorea să facem mai puține. Să conducem mai puțin. Să nu mai mâncăm alimente atât de diverse. Să folosim mai puțină apă curată. Dar aceste lucruri nu vor funcționa, fiindcă populația umană a lumii se apropie de 9 miliarde. Nu vor funcționa, fiindcă miliarde de oameni de pe tot globul pretind un standard de viață asemănător celui de care ne bucurăm noi în Statele Unite. Un număr mai mare de oameni va avea nevoie de mai multă mâncare și va pretinde acces la servicii și la o calitate sporită a vieții. În același timp, vechile obiective ale Zilei Pământului, pentru o planetă mai verde și mai curată, sunt încă valabile. Cheia viitorului nu este să facem mai puține; ci să facem mai multe cu mai puțin.

Eu cred cu tărie că a avea o populație educată științific este în interesul tuturor. Este un factor esențial pentru luarea de decizii informate legate de etica medicală, gestionarea mediului și producția alimentară. Acum, după ce am analizat în mai mare profunzime alimentele

modificate genetic, sunt convins că, în privința acestui tip de hrană, omenirea poate merge pe mâna agriculturii. Sunt convins că cercetarea în domeniul AMG-urilor și cunoștințele științifice, împreună cu politicile agricole informate, vor permite oamenilor să aibă destulă hrană și să ridice standardele de viață ale locuitorilor din întreaga lume. Pentru a face mai mult cu mai puțin nu trebuie să ne ascundem de știință. Trebuie să alergăm înaintea ei, să o îmbrățișăm și să descoperim modul corect în care ne putem folosi de ea.

MULȚUMIRI

Această carte nu ar fi fost posibilă fără părinții mei, Ned și Jacquie, în a căror casă știința a fost glorificată și realizările academice au fost așteptate. N-aș fi devenit niciodată ceea ce sunt dacă nu ar fi fost sora mea, Susan, care m-a pus să-mi fac temele, și fratele meu, Darby, cel mai amuzant și mai grijuliu om pe care îl cunosc. Multe mulțumiri colegilor mei universitari, Don Prothero, Michael Shermer și Eugenie C. Scott, fără de îndrumarea cărora acea dezbatere din Kentucky și o mare parte din această carte ar fi fost un dezastru. Nina Jablonski a consumat mult timp să mă ajute pe mine și pe Kate Baggaley, excelenta noastră sursă de verificare a faptelor, pentru a face ca discuția despre culoarea pielii să fie cât mai exactă și mai convingătoare; mulțumesc, mulțumesc.

Redactorul meu, Corey Powell, a fost cel care, pe lângă sfaturile sale scurte și înțelepte de jurnalist, m-a convins să îmi „îmbuteliez" gândurile în capitole compacte. Îi sunt recunoscător pentru întreg ajutorul. Toate aceste lucruri nu ar fi fost posibile fără impresarii mei de încredere, Betsy Berg și Nick Pampenella, împreună cu asistentul lor, Ariella Mastroianni; mulțumiri tuturor. Jennifer Weis de la St. Martin Press m-a îndrumat să mă ocup de acest proiect; îi mulțumesc sincer. Și, după cum știe toată lumea, le datorez extraordinare mulțumiri

avocatului meu de încredere, Andy Salter, și uimitoarei mele asistente, Christine Sposari.

În cele din urmă, vedetele spectacolului:

Sunt extrem de recunoscător tuturor profesorilor mei remarcabili, dar în mod special: doamnei McGonagle, doamnei Cochran, domnului Lawrence, domnului Flowers, domnului Cross, domnișoarei Hrushka, domnului Morse, domnului Lang și profesorului Sagan. Fiecare dintre acești oameni m-a influențat în moduri extraordinare. Fără ei, aș fi o cu totul altă persoană; sunt un om foarte norocos.

BILL NYE
ȚĂRMUL STATULUI DELAWARE

Au fost multe întâmplări minunate care m-au condus spre acest proiect. Mamei mele îi datorez faptul că l-a determinat pe copilul care eram să plece în căutarea unui custode paleontolog atunci când ea nu-mi mai putea răspunde întrebărilor despre dinozauri. La revista *Discover*, Tina Wooden m-a călit prin intermediul nenumăratelor conversații cu creaționiștii; o altă colegă dragă de la *Discover*, Pam Weintraub, m-a provocat să devin un scriitor mai bun și mi-a prezentat-o pe Jennifer Weis, editorul devotat al acestei cărți. Soția mea, Lisa Gifford, m-a sprijinit cu generozitate în desele momente când a părut că dispar (atât intelectual, cât și temporal) din sânul familiei.

Sunt onorat că am lucrat cu Bill Nye, care m-a inspirat de-a lungul timpului prin angajamentul său pasionat în răspândirea cunoștințelor și în schimbarea lumii.

COREY S. POWELL
UNDEVA, ÎN BROOKLYN

DESPRE AUTORI

BILL NYE este om de știință, comediant și inventator. Este licențiat ca inginer mecanic la Universitatea Cornell, unde a studiat sub îndrumarea lui Carl Sagan, și a lucrat ca inginer la Boeing, la avionul 747, înainte de a crea și a prezenta mult îndrăgita emisiune câștigătoare a premiului Emmy, *Bill Nye, Tipul cu Știința*, de pe canalul PBS / Discovery. Deține șase diplome onorifice de doctorat de la Universitatea Lehigh, Universitatea Willamette, Universitatea Quinnipiac, Institutul Politehnic Rensselaer, Colegiul Goucher și Universitatea Johns Hopkins și este invitat adesea în calitate de profesor la Universitatea Cornell.

COREY S. POWELL este fostul redactor-șef al revistelor *American Scientist* și *Discover*, unde este, în prezent, editor-contributor, continuând să scrie secțiunea și blogul „Out There". De asemenea, este savant-invitat în cadrul programului de jurnalism științific SHERP al Universității din New York, precum și scriitor independent pentru *Popular Science*, *Smithsonian*, *Nautilus* și *Aeon*; articolul lui „Nebunia planetelor" figurează între *Cele mai bune scrieri de știință și natură din America în 2014*. Locuiește în Brooklyn împreună cu soția sa, cele două fete și o colecție mică de fosile din epoca permiană. Aceasta este prima lui colaborare cu Bill Nye, dar speră că nu va fi și ultima.

INDEX

A

Abiogeneza 369, 370
acacia, arbore 70, 71, 74
acid carbonic, în oceane 149
Adam și Eva 32, 319
adaptări benefice 202
Administrația pentru Hrană și Medicamente (AHM) 263
ADN (acid dezoxiribonucleic) 41, 42, 69, 70, 85, 89, 92, 97, 101, 103, 105, 109, 188, 189, 215, 238, 240, 251, 298, 299, 302, 303, 308, 315, 316, 319, 336, 337, 350, 352, 371, 372, 374, 376, 377, 381, 393, 394, 404, 405, 407
  codul universal al vieții 168, 169, 181
  comparația între două specii 257, 286, 320, 334
  copierea ADN-ului 237, 296, 297, 298, 307, 309
  mutațiile ADN-ului 263
  secvențierea ADN-ului 111, 173, 371
a doua lege a termodinamicii 32–34, 37, 38
Africa 176, 341
  deșertificare 125
  floră și faună 70, 72
  originile umane 325–328, 336, 337
africani, culoarea pielii 325, 326, 328, 329
Agentul Portocaliu 390
agricultură 13, 302, 325, 385, 398, 401
  agricultura modernă pe scară amplă 408, 409
  agricultura organică 390
albine 124, 286
  capacitatea de a zbura 9, 193
alge albastre-verzi 53
Alimente Modificate Genetic (AMF) 296
alimente organice, etichetare 296
alior (laptele-câinelui) 301, 402, 407
alopatric 162
altruism 87, 271, 273, 277, 278, 283, 287, 288
  definit într-o formulă 271, 272

evoluția 270, 274, 276
Alvarez, Luis 146
Alvarez, Walter 146
Ambulocetus 213
aminoacizi 111, 367–369
amoniac 350, 368
Ampère, André-Marie 244
Anaximandros 15
Animalia (regn al vieții) 107, 110
Antarctica 23, 114
antibiotice 122, 253, 266, 268
dezvoltarea de noi 267
folosirea în exces 267
rezistența 268
anticorpi 240, 264
virusuri agresive 268
antilopa Springbok 290, 291
apa 12, 13, 83, 94, 116, 117, 119–121, 125, 156, 160, 175, 179, 192, 196, 200, 213, 360, 370, 395
apă proaspătă 118
apă sărată 119–121, 244, 351, 359
arbore genealogic 102, 103, 105
Arborele Vieții 105, 107, 109, 112, 322, 332, 379
Arca lui Noe 24
Archaea (domeniu al vieții) 108–111
Archeopteryx 203–211
Archer Daniels Midland 410
argumentul tornadei de la gunoier 44
Arhipelagul Malaez (Wallace) 15
aripi 45, 81, 181, 193–196, 203, 206, 208
aripioare 45
la avioane 45
la păsări 46, 196, 207
Aristotel 61
ARN (acid ribonucleic) 103, 111, 263, 372
Asimov, Isaac 86
asteroizi 146, 147, 153, 180, 380
ciocnirea cu Pământul 146, 147, 152–154, 178, 337
compoziție 147
extincții în masă 145, 146
astrobiologie 348
Australia 25, 179
avioane 44–46, 205, 206, 229, 236, 337, 412

B

B-2, bombardier 209
Bacillus thuringiensis (Bt) 299, 392, 394
Bacteria (domeniu al vieții) 108–110, 255, 374
bacterii 48, 53, 54, 82, 91, 92, 105, 108, 109, 119, 252–258, 261, 262, 264–267, 269, 299, 305, 349, 357, 371, 374, 377, 392
bacteriocine 254–256, 257
bacteriofagi (fagi) 91, 262
Baer, Karl Ernst von 63
balene 86, 198, 213, 285
Batman 217
bazalt 143, 144, 178
Bazinul Illinois 377
Bătrânul Tjikko (arbore) 24

bebeluși 251, 323, 340
Becquerel, Henri 49
Bell, Thomas 16
Belyaev, Dmitri 97
Berliner, Ernst 392
Bethe, Hans 366
Biblia 19, 22, 79, 81
  despre istoria Pământului 113, 241
Big Bang 27, 28
BigThink.com 21
biodiversitate 15, 112, 116, 118–120, 123, 125, 126, 145, 235, 401
  cu distanța de la ecuator 118
  tendință graduală 115
blastulă (blastocist) 313
boala vacii nebune 388, 389
boală 339, 388, 389
  lupta cu (în cadrul sistemului imunitar, cu ajutorul antibioticilor) 268
Boeing, compania 39, 44, 46, 142, 236, 332, 412, 418
bovine 388, 389
Bowtye nyebonicus 405
branhii 73, 84, 196
bufniță pătată 166
buruiana porcului 408–410

C

calciu 50, 105, 155
Cambriană, perioada 130, 372
Canada 52, 129, 212, 300, 402
cancer 188, 249, 250, 297, 391
canguri 24, 25
caracatițe 69, 218
carbon-14, datare cu 51
Carroll, Lewis 27, 93
Carson, Rachel 392
cartofi, OMG 304, 308, 393
casa de pariuri Ladbrokes 353
catastrofe și accidente, și conceperea speciilor 105, 141, 169, 177–179, 391
căldură 33–35, 37, 55, 117, 177, 201, 211, 220, 355
câini 69, 96–98, 100, 221, 222, 228, 384
ceasornice geochimice 51
Cenozoic, eră 138
Centrul pentru Combaterea și Prevenirea Bolilor (CPB) 256, 263
Centura Kuiper 351
cercetarea celulelor stem 298, 313–316
cercetași 249
Ceres (asteroid) 351
cheratină 205, 322
Chicxulub, crater 146, 147
chimie 50, 120, 180
chimiosinteză 117
China 125, 203, 341, 394
cimpanzei 103, 158
  diferența genetică față de oameni 335
cinteze 161, 162, 173, 174
clasă (biologică) 109, 137, 145
clima, și selecția naturală 53, 142
clonare, umană 14, 307, 312, 315
clone (agricultură) 297, 308
clone (animale) 308
cochilie de nautilus 164
cod genetic 82, 364

Colossus: Proiectul Forbin (film) 341
Compania 23andMe 188
complexitate 36, 37, 40, 42, 43, 83, 84, 403
  a ființelor 68, 69, 83
  și a doua lege a termodinamicii 34
computere 40, 246, 341, 345
  viitorul lor și supraviețuirea oamenilor 340
ConAgra 411
concurență 91
  în cadrul unei specii 64
  în mediul natural 222
conștiința umană 342
continente, deriva 145, 178
copaci 15, 17, 66, 71, 117, 123, 166, 170–172, 175, 348
Corporația Monsanto 390, 396, 399, 401, 405, 407, 410, 412, 413
corpul uman 323
  conexiunea creierului cu 222, 223
cratere, rezultate în urma impactului cu meteoriți 177, 364
creator (Dumnezeu) 59, 60, 61, 65, 75, 104, 202
creaționism 19
  grupări susținătoare 20, 99
  lipsa de dovezi pentru 213
  natura statică și sterilă a teoriei 14
creaționiști 32, 34, 38, 202, 241, 242, 369, 376, 417
  dezbaterea autorului cu unul dintre ei 240
  istoria Pământului văzută de 26
creier 218, 221, 233, 234, 261, 276, 335, 340–343, 346, 352, 388, 389, 396, 412
creier, animal 73, 74, 131, 209, 210, 221, 222
creier, uman 46, 73, 88, 89, 190, 215, 219, 222, 223, 228
  dimensiune 186, 216, 221, 232
  legătura cu emoțiile prin intermediul corpului 223
  raport creier-corp 186, 221, 223
creioane, culori ale 186
Cretacic, perioadă 152, 155
Cretacic-Terțiar (K-T sau K-Pg), extincție 140, 141
creveți 286
crinii câmpului 79
criogenic 342
cuiburi de ouă, de dinozauri și păsări 275
culoarea pielii 318–321, 324, 326, 416
  geografia și 324, 326–329
  radiațiile ultraviolete și 324, 326, 329
culturi 10, 125, 299, 397, 398, 399, 411
culturism 290
cunoaștere întrupată 223
cu sânge cald (endotermic) 196, 211
cu sânge rece (exotermic) 196, 211

D

Darwin, Charles 10, 15, 42, 54, 58, 60, 168, 173, 365, 384
călătoria în jurul lumii la bordul navei *HMS Beagle* 16, 60
Despre originea speciilor 13, 17, 54, 203, 365
Darwinism social 64
Davies, Paul 376
DDT 392
delfini 160, 229
descendență 9, 10, 12, 129, 159, 179, 250, 331
designer (creaționist) 75, 76, 104, 217, 219
Despre originea speciilor prin intermediul selecției naturale (Darwin) 64
„De unde venim?", întrebare 18, 382
dezbaterea omogenitate vs. eterogenitate 67
dicamba 409, 410
Dilema prizonierului 282
Dinosaur National Monument 274
dinozauri 53, 58, 137, 141, 144–146, 151, 152, 154, 158, 177, 203, 204, 210, 211, 275, 276, 352, 417
dioxid de carbon 356
emisii industriale de 148
gaz cu efect de seră 148, 355
diversitate genetică 173, 175, 321
Dobzhansky, Theodosius 168, 169, 178
domeniile vieții (cele patru) 108, 109
domesticirea plantelor și animalelor 10
Dow Chemical 390
Dumnezeu 62, 247, 365
DuPont 399

E

„echilibrul naturii" 165
echilibru punctat 160, 336
ecosisteme 16, 35, 40, 41, 100, 115–120, 122, 128, 142, 143, 148, 149, 159, 164, 173, 179, 236, 262, 301, 304, 306, 348, 360, 369, 377, 385, 387, 392, 401, 405, 407, 413
ecuator 114, 115, 118, 324, 325, 358
Eddington, Arthur Stanley 33
educația științifică 114, 242
efect de seră 145, 147, 148, 355, 400
efectul Wallace 15
Eldredge, Niles 63, 159, 160, 161
electricitate 13, 244, 245–247, 359
descoperire 246
utilitate 246
elemente radioactive, energia lor 238
Enceladus (satelit al lui Saturn) 360, 361
viața pe 361
energie 21, 33–37, 40, 42, 45, 78–80, 89, 99, 108, 110, 114–118, 207, 215, 217,

220, 237, 242, 265, 271, 272, 278, 280, 290, 291, 322, 342, 343, 348, 349, 361, 366, 369, 370
energie solară 343
Entelognathus 199
eon (unitate de timp geologică) 81, 137, 150
epocă (unitate de timp geologică) 60, 137, 139, 141, 265, 418
eră (unitate de timp geologică) 137
erbicidul Roundup 301
Escherichia coli 257
esofag 217
estuare, ecosisteme din 118, 120, 213
Eubacteria (regn al vieții) 110
Eukarya (domeniu al vieții) 108
Europa (satelit al lui Jupiter) 85, 351, 359–361, 363
  viața pe 361, 362
evenimente de extincție 240
evoluție 9, 11, 12, 15, 17, 26, 31, 34, 39, 43, 45, 47, 48, 55, 64, 72, 79, 87, 100, 126, 129, 157, 176, 190, 191, 195, 201, 202, 219, 222, 227, 234, 236–238, 243, 251, 258, 260, 264, 269, 270, 295, 307, 312, 326, 327, 331, 337, 338, 364, 365, 384, 408–410
evoluție convergentă 191, 202, 326, 327
experimentul Miller+Urey 369
„Explozia Cambriană" 133, 134
extincția din Devonianul târziu 139
extincție, provocată de oameni 149
extincții în masă 106, 134, 139–141, 147, 148, 153, 179, 240

F

familie (din punct de vedere biologic) 109, 137, 151, 161, 182, 266, 277
Faraday, Michael 244–248
fierari, Lamarck despre 67, 69
ființe 16, 23, 35, 54, 55, 57, 62, 69, 81–83, 100, 113, 114, 118, 129, 131, 132, 153, 158, 168, 188, 191, 208, 216, 222, 241, 250, 307, 316, 317, 319, 360, 365, 375, 380
ființe umane (*Homo sapiens*) 103, 150, 319, 336, 339
  originea est-africană 327
fisiune binară 265
Fleming, Alexander 266
fluturi-monarh 233, 300, 301, 401–403, 407, 408
folacină 323
Franz, John 396
frunze 63, 68, 70, 71, 74, 79, 200, 233, 301, 323
fungi 110
Fungi (regn al vieții) 110
furnici 286

G

Galapagos, insule 57, 161, 162, 173, 175

gastrulație 310, 312
gaze cu efect de seră, dioxidul de carbon ca 145, 400
găini, asemănarea cu oamenii 57, 59
gândaci, specii de 170, 171
găuri 69, 70, 71
gene 27, 43, 69, 78, 80, 81, 83–85, 90, 92, 93, 99, 126, 162, 168, 169, 171, 172, 175, 176, 183, 185, 188, 237–239, 267, 286, 296, 299, 303–306, 309, 326, 327, 329, 345, 374, 387, 391, 393, 394, 404, 410
geologie, ca știință 12, 60, 137
Ginghis Han 188
girafe 68–74
Gladstone, William 247
glifosat 396–398, 409, 410
Goethe, Johann 63
gorila Ivan 336
gorile 222, 332, 334, 335
  diferența genetică față de oameni 334
Gould, Stephen Jay 63, 159, 160, 178
grădini zoologice, animale în 334
gripa spaniolă 260
gripă 258, 264, 268, 339
Groenlanda 23

H

Ham, Ken 21, 28, 31, 32, 94, 136, 227, 234, 240
Hansen, James 355
Hawaii 119, 143, 301
hidrogen sulfurat 117, 349
Holocen, epocă 138, 150
homeostază 373
hominizi (extincție) 221, 223, 233, 335, 337, 346
Hutton, James 59, 61, 62

I

iguane 175
ihtiozauri 199
India 144, 148, 178, 325, 326, 394
inginerie genetică 298, 304, 344
insecte 117, 121, 143, 171, 172, 181, 220, 295, 296, 361, 390, 394, 395, 398, 399, 403, 405–407, 410
instincte materne 276
inteligența artificială 341
ipoteza celei de-a doua geneze 376, 378
iridiu 147
împerechere 87, 94
îngustare 173, 336, 337
îngustare genetică 173, 176, 189
înmulțire (în agricultură, cursele de cai) 24, 296, 301, 306
înot 198
întemeietori 178
În Țara din Oglindă (Carroll) 93
înțelegere simbiotică 278

J

Jablonski, Nina 324, 416
jocuri evoluționiste 282

Johnny Appleseed 381
jucători de baseball de prima ligă 68, 343
Jurassic Park (film) 204, 211

K

Keirstead, Hans 314
Keller, Gerta 144
Kelvin, Lord (William Tompson) 55
Kentucky 11, 19, 21, 22, 136, 213, 416
kuru 389

L

labride, pești 277, 278
Lamarck (Jean-Baptiste de Monet) 67–70, 72, 76
Leeuwenhoek, Anton van 256
legile naturale 60
  uniformitatea lor de-a lungul timpului 60
lei 86, 103, 287, 291, 293
lichid, necesar pentru chimia vieții 196, 350
lilieci 103, 124, 191, 194–196, 273, 274, 305
lilieci vampir 192, 273
Linnaeus (Carl von Linné) 16, 63, 191
Louisiana 12, 115
lumea 167, 201
lumină solară 79, 114, 119, 164, 348
Luna 52, 54, 152, 153, 352, 353, 376
lupi, domesticire 16, 97, 98
Lyell, Charles 60, 156

M

macroevoluție 236, 240–242
Maiasaura 276
maimuțe vervet 285
mamifere 73, 103, 152, 158, 289, 316
Marea Britanie 130, 353
Marte 18, 142, 232, 338, 352–354, 356–358, 361, 363, 372, 381
Martin, Steve 339
masculii umani 289
medicină 13, 258, 316
mediul înconjurător 34, 72, 76, 83, 142, 179, 200, 237, 238, 265, 299, 311, 321, 327
melanină 324, 326, 329
membrane celulare 352
Mercur 352, 358
metan 350, 368
metoda științifică 407
metroul londonez, țânțarii din 186, 241
Mezozoic, eră 138
microbiom 251
microevoluție 236, 238–242
microorganisme 128, 145, 251, 252
Miller, Stanley 366
Miracolul Pescărușilor (Salt Lake City, 1848) 295
miriapod, fosile 163
moarte 33, 36, 121, 172, 226, 227, 228, 230, 232, 233, 269, 291, 342
Moartea Neagră 339
modificare epigenetică 69

monocultură; agricultura și ~ 122, 123, 398
moștenirea trăsăturilor dobândite (Lamarck) 68
muntele Ararat 24
muntele St. Helens 143
Murray, Bruce 49, 231
mutații 37, 95, 112, 115, 165, 170, 178, 186, 216, 250, 253, 258, 263, 265, 336, 337, 338, 373, 403, 409, 410
Muzeul Creației, Kentucky 21

N

Neanderthal, oameni de 137, 184, 185, 233
Nestle 410
nyebonic 160

O

oaia Dolly 297, 298
oceane 116–118, 178, 369
  adâncuri 116
Oceanul Indian 144
Oceanul Pacific 72, 162, 175
ochi, evoluția ochiului 219, 220
Operațiuni de Hrănire a Animalelor în Spații Închise (CAFO) 121
ordine (biologică) 129, 168, 403
Ordovician-Silurian, extincție 139, 145, 149
organisme
  gene inserate în (AMG-uri) 298
organisme infecțioase, mutația continuă a 265
organisme modificate genetic (OMG) 296
Organizația Mondială a Sănătății (OMS) 264, 386
organizații, umane 19, 46, 271
ouă, fertilizare umană 312, 314
oxigen, în apă 196

P

Pääbo, Svante 185
Pacific Northwest 26, 123, 165, 230, 332
Paleogen, perioadă 141
Paleozoic, eră 138
papaia 299, 301, 302, 305
Paradis 113
parazit obligat 373
Parcul Național Zion 155
Pământul 11, 15, 17–20, 23, 24, 28, 29, 34, 36, 48, 52–55, 59, 62, 63, 78, 84, 87, 90, 93, 103, 104, 106, 107, 110, 112, 113, 115, 119, 129, 131–133, 136, 139, 140, 142, 145, 146, 148–150, 152, 158, 177–180, 183, 184, 187, 188, 191, 219, 221, 222, 229, 234, 241, 243, 248, 250, 253, 262, 265, 314, 335, 347, 348, 350, 352–357, 361, 362, 366, 368–370, 372, 374, 376–378, 380, 381, 400, 413
păr 81, 152, 169, 205, 213, 255, 322, 323, 334, 335

păsări 124, 127, 141, 143, 156, 161, 166, 172, 174, 182, 191, 196, 203, 205–207, 209–211, 276
păun 207, 291, 292, 294
pedeapsă altruistă 279, 280
pedeapsă, rolul în societate 278, 283
pene 46, 141, 192, 193, 203–211, 322
penicilină 254, 266, 267
Pennsylvania 11, 186
Penzias, Arno 27
peptide, molecule 368
perioadă (unitate de timp geologică) 23, 25, 26, 29, 48, 50, 58–60, 130, 132, 133, 135, 137, 184, 185
Permian-Triasic, extincție 139, 140, 144, 149
Peștera Mammoth, Kentucky 22
pești 27, 66, 71, 73, 78, 90, 94, 95, 101, 103, 116, 119, 143, 159, 165, 196, 199, 212, 277, 278, 281, 302, 303
peștii-anemonă Garibaldi 277
pești topminnow 27, 94, 95
pești-veveriță 277, 278, 283
pești zburători 199
Phanerozoic, eon 137, 139
pini, arbori 24, 79
planete 18, 34, 35, 53, 55, 116–118, 137, 139, 142, 143, 148, 149, 234, 347, 348, 351–355, 362, 380, 413
planta de soia, OMG 100, 299, 305, 386, 394, 397, 399, 404
Plantae (regn al vieții) 107, 110
plante 53, 62, 63, 66, 79, 98, 100, 107, 112, 114, 121, 122, 124, 129, 132, 156, 160, 177, 179, 200, 216, 238, 241, 296, 299, 392–396, 398–400, 404, 406, 407, 409, 410, 413
Platoul Kerguelen 144
Pluto 351, 358
poliomielită 12, 263
populații 42, 69, 101, 161, 166, 170, 171, 173, 175, 176, 178, 182, 184, 236, 238, 239
porumb 80, 122, 238, 299–301, 303, 390, 394, 398–400, 405
potasiu 50, 51, 362
prădători și pradă 172
Precambrian, perioadă 137
Prelegerile de Crăciun 244
Premiile Darwin 227
presiunea selecției 43, 45
Principii de geologie (Lyell) 60
principiul handicapului 293
prioni 388, 389
procariote 53
programe spațiale 153
proiect „destul de bun" 75, 215
proteine 88, 109, 110, 169, 254, 255, 264, 266, 322, 367, 368, 388, 389, 392, 394, 396, 400

proteine cri 394
Prothero, Don 159, 416
Protista (regn al vieții) 110
pterozauri 195

R

radiații ultraviolete 324
radioactivitate 49, 55
Rafalski, Jesse 289
rasă pură 96, 97
rasism 318, 320, 330
răzbunarea, din punct de vedere altruist 279
recife de corali 118
registrul fosil 21, 112, 114, 125, 127, 132–135, 157, 163, 179, 200
religii 17, 271, 273
reproducerea 10, 42, 91, 101, 238, 308, 373
reptile marine, extincție 199
restaurante McDonald's 303, 304
rinocer, fosile 49, 50, 127, 133, 141, 143, 147, 355, 377
roci, fosile în 133, 135, 141
rubidiu 49, 50, 51

S

Sagan, Carl 104, 245, 366, 418
Sahelanthropus tchadensis 158
scala naturae 61
scoici 116, 117, 139, 349
scrapie 388
secvențierea genetică 371, 404
selecția artificială 10, 98–100, 296, 307, 384, 385, 394
selecția rudelor 284–287
selecția sexuală 78, 79, 82, 83, 87, 289
semnale (sexuale, de avertizare) 273, 290, 294
sex 77, 88, 89, 90, 94–96, 98, 175, 185, 216, 228, 230, 319
sexe 83–85
Sfârșitul Triasicului, extincție 140, 144
Shigetane, Ishiwata 392
Shijiazhuang Awiner Biotech 399
Shubin, Neil 26, 212
Siberia 178, 327
Singularitate 340–342
SinoHarvest 399
sirop de porumb bogat în fructoză 303, 399
sistem imunitar 224, 260, 264, 268
sistemul Linnaean de denumire a speciilor 63
smog 121
Societatea Linnaeană 63
Societatea Planetară 154, 232
societatea umană 294
solzi (reptile) 205, 278, 322
Sommers, Joanie 185
somon 90, 101, 230
specii 11, 12, 15, 16, 24, 25, 29, 53, 64, 65, 68, 78, 82, 90, 94–96, 98, 100, 101, 103, 106, 107, 112, 113, 117, 119–121, 123–126, 129, 133, 136, 139, 140,

149, 155, 156, 158–161, 165, 166, 168–173, 177, 179, 181–188, 191, 192, 203, 205, 206, 208, 211, 216, 221, 222, 232, 236, 238, 241, 252, 276, 278, 289, 294, 296, 300, 305, 306, 308, 335, 337, 371, 380, 387, 390, 391, 393, 394, 397, 398, 400, 402, 406, 408, 409
Staphylococcus 266
stele, distanța și vârsta 18, 22, 28, 85, 253, 347, 348, 366
stratigrafie 22
stronțiu 49, 50, 51
Structura de Șisturi Burgess 129, 131, 133
structuri analoage 191
structuri omoloage 200
„Suntem singuri în univers?", întrebare 18
supercontinent 53, 145
supercontinentul Pangaea 53
supereroi cu superputeri 216
„supraviețuirea celui mai apt" vs. „supraviețuirea celui destul de bun" 72, 91
Syngenta 399
școli, evoluția predată în 12
șobolani, experimente cu 152, 314–316, 386
știință 21, 22, 28–30, 32, 48, 69, 95, 107, 109, 110, 112, 116, 120, 123, 129, 131, 136, 157, 170, 176, 203–205, 207, 212, 213, 233, 237, 243, 244, 246–249, 255–259, 264, 266, 272, 275, 279, 284, 290, 296, 298, 307, 316, 321, 327, 341, 348, 353–355, 359, 365, 370, 384, 385, 389, 391, 394, 401–405, 408, 410, 412, 415, 418

T

telomerii și îmbătrânirea 297
Tennessee 12
teoria evoluției 17, 60, 64, 78, 113, 161, 265
teoria jocurilor 282, 283
Teoria Reginei Roșii 27, 93, 94
terapia genetică 69
termite 93, 273, 286
Terțiar, perioadă 141
Texas 12, 139, 287
The Eyes of Nye 320, 403
Thorne, Kip 366
tibetani 327
Tiktaalik, „peștepodul" 212, 213
timp geologic, unități de 164
timp profund 48
tomate, OMG (rezistente la frig) 302, 303, 305
toriu 116
toxine, din bacterii 254, 265, 266
trahee 217
trandafiri 98
transumanism 342
trăsături genetice 298, 345
Treptele Deccan 144, 145
trilobiți 23, 129, 137, 140, 159
Tucker, Albert 282
țânțari, specii noi în metroul londonez 181–187, 189

U

Underwood, Carrie 278
uniformitarism 60
univers 10, 18, 31, 33, 35, 36, 97, 153, 209, 234, 253, 363, 380, 381
uraniu 51, 116
Urey, Harold 366, 368, 370, 371

V

vaccin antigripal 263
vaccinuri 10, 250, 251, 264
vârstă (scară de timp geologică) 55, 105, 106, 234
velociraptori 204
Venter, Craig 370, 381
Venus 142, 148, 352, 354, 355, 381
viața după moarte, credința în 233
viață 12, 17, 21, 28, 48, 62, 69, 107, 109, 116, 126, 127, 129, 136, 139, 140, 142, 145, 153, 158, 164, 166, 171, 203, 224, 234, 252, 253, 259, 269, 278, 280, 291, 314, 332, 339, 342, 348, 350, 352–354, 357, 358, 360, 361, 363, 367, 369, 371, 372, 376, 378, 414, 415
  originea de pe Pământ 52
  pe alte planete 18
  teorii străvechi ale originii 111
Vira (domeniu al vieții) 108–111, 262, 374, 394
virusuri 83, 92, 104, 108, 109, 119, 257, 260–264, 301, 302, 371, 374, 388
  ca formă de viață 373, 374, 375
  care atacă bacteriile (fagi) 91, 262
  care inserează gene în cadrul altor organisme 298, 299, 302, 374, 393, 394
  evoluție 260
  nu se tratează cu antibiotice 268
  viziunea creaționistă 240
vitamina D 321–323, 325, 326, 328, 329
Volta, Alessandro 244
Vrijenhoek, Bob 95
vulcani 116, 143–145, 148, 368
vulpi, domesticire 97

W

Wallace, Alfred 15–17, 54, 55, 58, 61, 63, 64, 236
Washington, George 61, 99
Wilson, Robert 27
Wilson, Woodrow 275
Wolcott, Charles 131
Wyoming (corabia de lemn) 25

Z

zâmbet 345
zbor 175, 192, 204, 206, 208, 274, 292, 361, 402
Zjjejiang Sega Science 399